ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 AVRIL 1929.

PRÉSIDENCE DE M. Louis MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

L'Académie vient de faire, en la personne de M. **Gayon**, Correspondant pour la Section d'Économie rurale, une nouvelle et cruelle perte.

Ulysse Gayon était né à Bouex (Charente) le 8 mai 1845. Il a occupé pendant de longues années le poste de professeur de chimie à la Faculté des Sciences de Bordeaux; il fut en même temps directeur de la Station agronomique de la Gironde et du laboratoire des Douanes.

Élève de Pasteur, ses premières recherches concernent les modifications des matières organiques provoquées par les micro-organismes. Il a débuté par un intéressant travail sur la putréfaction des œufs, où il établit, pour la première fois, la distinction entre les altérations dues aux germes qui se fixent à la surface de l'œuf dans le trajet de l'oviducte avant la formation de la coquille, et les phénomènes de macération où les seules influences sont d'ordre physico-chimique.

Nous devons signaler ses études sur les bactéries de la dénitrification, sur la fermentation du fumier qui montrent au cultivateur les sources de perte d'azote ainsi que les moyens d'y remédier.

Dans une région où la production du vin est la principale source de richesse, son activité se dirigea vers les questions viticoles.

Avec Millardet il démontre la fixation du cuivre sur la cuticule et explique aussi l'impossibilité de la pénétration du tube germinatif de la zoospore du mildiou. Il montre également que les vins fabriqués avec les

raisins des vignes mildiousées ne renferment que des traces de cuivre, celui-ci étant insolubilisé dans les lies. Étendant ses recherches sur la vinification et les vins il a caractérisé les défauts des vins restés douçâtres après la fermentation et démontré que les hautes températures de fermentation favorisent la production des vins mannités. Il a le premier formulé les modalités du chauffage des vins, et il a établi que les qualités des grands vins ne sont pas altérées par cette opération.

Ses multiples recherches ont ainsi rendu de grands services à la viticulture et surtout à la région bordelaise.

J'adresse à sa famille, au nom de l'Académie, l'expression de notre sympathie.

CONSTRUCTION DE CHEMINS DE FER. — *Ligne de Casablanca à Marrakech. Embranchement des phosphates.* Note (¹) de M. **P. Séjourné.**

Il y a quelques semaines, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie notre ligne de Nice à Coni, ouverte le 30 octobre.

Huit jours après, on a inauguré au Maroc celle de Casablanca à Marrakech.

Cette ligne traverse deux cours d'eau : l'Oum R'bia, qui descend du Moyen Atlas; le Tensift, qui draine la face Nord du Grand Atlas.

Le seul point délicat était la traversée de l'Oum R'bia, qui a creusé profondément un plateau : on a trouvé une vallée qui y descend du Nord, en face d'une autre qui monte au Sud.

Au delà, on traverse la plaine de Ben Guerir, très plate : la grande route y a un alignement de 35^{km}. Elle est bordée au Sud par la petite chaîne des Djebilets; on la passe au col de Sidi-bou-Othman où, en 1912, le colonel Mangin a bousculé les cavaliers d'El Hiba. Au delà, on voit tout à coup à ses pieds, la grande plaine du Haouz, la tache verte de l'oasis de Marrakech, où pointe le minaret de la Koutoubia ; au fond, la muraille du Grand Atlas.

Caractéristiques de la ligne :

Longueur	245^{km}
Rayon minimum	350^{m}
Déclivité maxima (réduite de 800/R dans les courbes de rayon R)	15^{mm}
Une voie (normale).	

(¹) Séance du 8 avril 1929.

Quand, en 1916, nous en avons commencé l'étude, nous ne connaissions pas les phosphates; mais la ville de Marrakech (plus de 100000 habitants) justifiait une ligne la reliant au grand port du Maroc.

Les phosphates ont été trouvés en 1917 : on s'est efforcé, de suite, de les



desservir. Très hâtivement, on a ouvert les 57 premiers kilomètres de la ligne de Marrakech et, au delà, un embranchement de 83^{km} vers le plateau de Kourigha sous lequel sont les phosphates (en tout, de Casablanca, 140^{km}).

Sur les cartes, alors fort sommaires, de la région de Kourigha, on lisait « plaines avec grands fenouils ». Sous ces fenouils, il y avait un trésor : toute cette partie du Maroc s'est révélée beaucoup plus fertile sous terre que dessus.

Dans le sens Kourigha-Casablanca, la ligne des phosphates a quelques contre-pentes de 2^{mm}; tout le reste est en pente : le phosphate descend, presque par la seule gravité, de la mine au port.

A la montée, les trains vides gravissent des rampes de 14^{mm}; à la descente, on récupère une partie de la force dépensée à la montée.

Qu'on me permette, ici, une digression sur les phosphates.

C'est pendant la guerre que, sous la clairvoyante impulsion du maréchal Lyautey, des ingénieurs mobilisés au Maroc, qui étaient spécialisés dans l'étude des phosphates, reconnurent méthodiquement les gisements.

Les premières recherches ont porté sur la région qui s'étend d'Oued Zem à l'Oum R'bia. Elles révélèrent tout de suite une richesse insoupçonnée, en tonnage et en teneur.

Cette découverte venait, très heureusement, compléter notre domaine en phosphate de l'Afrique du Nord. Le Gouvernement chérifien se réserva le droit exclusif de rechercher, d'exploiter et vendre.

On connaît actuellement trois régions à phosphates :

La première, la seule exploitée, a 50^{km} en long et en large, d'Ouem Zem à l'Oum R'bia.

La seconde s'étend du lac Zima à Tessaout sur une longueur de 75^{km} et une largeur moyenne de 15^{km}; elle est traversée, à peu près en son milieu, par la ligne de Casablanca à Marrakech; on étudie, pour la desservir, une ligne transversale de Ben Guerir au port de Safi.

La troisième, au sud de Marrakech et au pied de l'Atlas. est encore imparfaitement reconnue.

Dans ces gisements, il y a plusieurs couches d'épaisseur et de teneurs variables, mais toutes exploitables et à teneurs marchandes. Ce qui caractérise les gisements marocains, c'est une couche à très haute teneur qui place son minerai dans la catégorie la plus élevée des minerais connus, 75 pour 100 en phosphate tricalcique. Les autres couches ont des teneurs qui rangent leurs produits dans les meilleurs de l'Algérie et de la Tunisie, 60 à 66 pour 100 environ.

On évalue le tonnage du minerai riche à 75 pour 100, le seul qui soit exploité actuellement, à un minimum de 200 millions de tonnes. Quant au minerai à teneur moyenne, on n'ose pas fixer le chiffre des milliards. Il y a là une réserve inépuisable, — probablement la plus importante du monde.

Le Maroc, avec son minerai à 75 pour 100, concurrence aisément les phosphates américains sur le marché mondial. Il en tire un bénéfice net, toutes charges déduites, de l'ordre de 50^{fr} par tonne.

Voici, en 1000^T, les exportations de 1928 :

Europe.		
France	225	1121
Espagne	235	
Hollande	153	
Danemark	97	
Allemagne	91	
Italie	64	
Autres pays	256	
Hors d'Europe.		
Australie-Nouvelle-Zélande	127	216
Autres pays	89	
Total général		1337

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Deuxième Rapport sur la publication des « Œuvres géologiques de Marcel Bertrand »*, par M. **Emm. de Margerie.**

Le Tome II des *Œuvres géologiques de Marcel Bertrand*, qui vient de paraître [1], et dont j'ai l'honneur d'offrir un exemplaire à l'Académie, au nom de la famille de notre illustre confrère, comprend plus de 700 pages, avec 185 figures dans le texte et 17 planches, dont 4 en couleurs. Il renferme 43 Notes ou Mémoires, d'inégale étendue, concernant d'une part les Alpes Françaises et Suisses (LVIII-LXXXII), de l'autre le Bassin de Paris, le Nord de la France et les bassins houillers en général (LXXXIII-C).

Quelques-uns de ces morceaux comptent parmi ceux qui ont le plus contribué à mettre en relief la maîtrise du fondateur de la Tectonique française. Je citerai en particulier, dans la seconde partie, le Mémoire véritablement prophétique de 1884 *Sur les Rapports de structure des Alpes de Glaris et du Bassin houiller du Nord* (LVIII), dans lequel Marcel Bertrand, devançant les recherches de détail poursuivies plus tard par ses élèves ou amis Lugeon, Schardt, Termier, Haug, Kilian et tant d'autres, annonçait la généralité des phénomènes de charriage sur tout le bord externe de la chaîne alpine. Il faut noter également le bref article publié ici même, en 1896, avec le concours d'Étienne Ritter sur l'empilement de grands plis couchés qui

(1) En vente à la Librairie Dunod. Paris, 92, rue Bonaparte.

caractérise la région du Mont-Joly aux abords du Mont-Blanc (LXXV), et l'importante étude *Sur les chaînes septentrionales des Alpes Bernoises*, rédigée en collaboration avec H. Golliez et datant de l'année suivante (LXXIX); puis une monographie très soignée *Sur le môle et les collines de Faucigny* (LXI); deux études de longue haleine *Sur les Alpes Françaises :* Structure en éventail, Massifs amygdoloïdes et Métamorphisme (LXV), Schistes lustrés de la zone centrale (LXVII). Enfin, une magistrale conférence prononcée au Congrès Géologique International de Zurich, en 1894, *Sur la Structure des Alpes Françaises* et la récurrence de certains faciès élémentaires (LXIX).

La troisième partie, qui intéresse plus particulièrement la connaissance régionale du nord de la France, en même temps que les applications de la Géologie, reproduit entre autres le Mémoire classique de 1892 *Sur la continuité des phénomènes de plissement dans le Bassin de Paris* (LXXXVI), où la permanence des traits généraux de l'écorce terrestre à travers les périodes successives de son histoire est établie avec tant de clarté. A la suite, on y retrouvera des études *Sur le raccordement du bassin houiller du nord de la France et du sud de l'Angleterre* (LXXXIX), *Sur le bassin houiller du Nord et sur le Boulonnais* (XCIII), *Sur le bassin crétacé de Fuveau et le bassin houiller du Nord*, dont les allures présentent des analogies si frappantes, en dépit de l'âge différent des terrains affectés et de la date non moins disparate des mouvements qui les ont déterminées — enfin *Sur le bassin houiller du Gard et les phénomènes de charriage* (XCVI, XCVII). Il y a là un ensemble de travaux dont la variété est bien propre à faire ressortir la géniale inspiration de leur auteur.

La composition du Tome III, qui doit terminer l'Ouvrage, est d'ores et déjà très avancée. Nous espérons pouvoir le mettre sous les yeux de l'Académie avant l'achèvement de l'année courante.

M. **A. Cotton** offre à l'Académie la Traduction, par M. René Fric, de la brochure de Sir J. J. Thomson, intitulée : *La Structure de la lumière*, traduction pour laquelle il a écrit une *Préface*.

M. **Léon Guillet** présente un livre de MM. Ch. Roszak et M. Véron, intitulé : *Nouvelles Études sur la chaleur*, pour lequel il a écrit une *Préface*. Il y est traité notamment de la transformation de l'art du chauffage en

science du chauffage, de l'explication des principes fondamentaux de la physique industrielle, des différentes voies de propagation de la chaleur, de la conductibilité calorifique, de la convection et du rayonnement.

M. **William Bowie** fait hommage d'un Mémoire qu'il vient de publier sous le titre : *Comparison of old and new Triangulation in California*.

NOMINATIONS.

MM. **L. Joubin**, **E. Fichot**, **G. Perrier** sont désignés pour représenter l'Académie au *Congrès international d'Océanographie*, *Hydrographie marine et Hydrologie continentale* qui se tiendra à Séville du 1er au 7 mai 1929.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *The Discovery of the Rare Gases*, by Morris W. Travers.

2° P. Lebeau et C. Courtois. *Traité de Pharmacie chimique*. (Présenté par M. A. Béhal.)

3° Paul Corbin et Nicolas Oulianoff. *Carte géologique du Massif du Mont Blanc*. Feuilles : *Chamonix* et *Les Tines* et Notices explicatives. (Présenté par M. P. Termier.)

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur quelques classes nouvelles de polynomes orthogonaux*. Note de M. **V. Romanovski**, présentée par M. Émile Borel.

En généralisant les courbes de fréquence de Pearson, comme l'ont fait pour les courbes normales Charlier, Bruns et autres, on parvient aux diverses classes des polynomes orthogonaux. La généralisation des types

pearsoniens I, II et III mène aux polynomes classiques de Jacobi et de Laguerre et celle des types IV, V et VI, aux polynomes orthogonaux nouveaux. Les autres types de Pearson représentent, comme on sait, à l'exclusion des courbes normales, des cas particuliers des types I, III, IV et VI. Leur généralisation ne donne pas de polynomes orthogonaux nouveaux.

Le but de cette Note consiste à indiquer les polynomes nouveaux et leurs propriétés les plus remarquables.

La généralisation des courbes du type IV nous donne les polynomes

$$\varphi_k(m, x) = (a^2 + x^2)^m e^{\nu\theta} D^k[(a^2 + x^2)^{-m+k} e^{-\nu\theta}]$$
$$\left(k = 0, 1, 2, \quad \ldots; \quad \theta = \operatorname{arc\,tang} \frac{x}{a}\right),$$

où a, ν et $m > 0$ sont des nombres réels quelconques et $D^k = \frac{d^k}{dx^k}$. L'intervalle de définition de ces polynomes est $(-\infty, \infty)$.

On peut démontrer les relations suivantes satisfaites par ces polynomes :

$$\varphi_{k+1}(m, x) = [2(k+1-m)x - \nu a]\varphi_k(m, x) + 2k(k+1-m)(a^2 + x^2)\varphi_{k-1}(m-1, x);$$
$$\varphi_{k+1}(m, x) = [2(1-m)x - \nu a]\varphi_k(m-1, x) + (a^2 + x^2)\varphi'_k(m-1, x);$$
$$\varphi'_k(m, x) = k(k+1-2m)\varphi_{k-1}(m-1, x);$$
$$D^k\varphi_k(m, x) = k!(k-2m+1)(k-2m+2)\ldots(2k-2m);$$
$$(a^2 + x^2)\varphi''_k(m, x) + [2(1-m)x - \nu a]\varphi'_k(m, x) - k(k+1-2m)\varphi_k(m, x) = 0;$$
$$\varphi_k(m, x) - [2(1-m)x - \nu a]\varphi_{k-1}(m-1, x) - (k-1)(k+2-2m)\varphi_{k-2}(m-2, x) = 0;$$
$$\int_{-\infty}^{\infty} (a^2 + x^2)^{-m} e^{-\nu\theta} \varphi_k \varphi_h \, dx = 0 \qquad (k \neq h);$$
$$\int_{-\infty}^{\infty} (a^2 + x^2)^{-m} e^{-\nu\theta} \varphi_k \varphi_k \, dx = (-1)^k D^k \varphi_k a^{2k-3m+1} F(2m-2k-2, \nu),$$

où

$$F(2m-2k-2, \nu) = e^{-\frac{1}{2}\nu\pi} \int_0^{\pi} \sin^{2m-2k-2}\varphi \, e^{\nu\varphi} \, d\varphi$$

est l'intégrale connue de Pearson dont les Tables se trouvent dans ses *Tables for Biometricians and Statisticians*. On remarque que les deux dernières relations n'ont lieu que pour $k < \frac{2m-1}{2}$.

Les autres types nous donnent :

Type V :

$$\varphi_k(p, x) = x^\rho e^{\frac{\gamma}{x}} \mathrm{D}^k\left(x^{-p+2k} e^{-\frac{\gamma}{x}}\right)$$

$$(k = 0, 1, 2, \ldots; p > 1; \gamma > 0; 0 \leq x < \infty);$$

$$\varphi_{k+1}(p, x) = [2k + 2 - p)x + \gamma]\varphi_k(p, x) + k(2k + 2 - p)x^2 \varphi_{k-1}(p - 2, x);$$

$$\varphi_{k+1}(p, x) = [(2 - p)x + \gamma]\varphi_k(p - 2, x) + x^2 \varphi'_k(p - 2, x);$$

$$\varphi'_k(p, x) = k(k + 1 - p)\varphi_{k-1}(p - 2, x);$$

$$\mathrm{D}^k \varphi_k(p, x) = k!\,(2k - p)(2k - p - 1)\ldots(k - p + 1);$$

$$\varphi''_k(p, x) + [(2 - p)x + \gamma]\varphi_{k-1}(p, x) - k(k + 1 - p)\varphi_k(p, x) = 0;$$

$$\varphi_k(p, x) - [(2 - p)x + \gamma]\varphi_{k-1}(p - 2, x) - (k - 1)(k + 2 - p)\varphi_{k-2}(p - 4, x) = 0;$$

$$\int_0^\infty x^{-\rho} e^{-\frac{\gamma}{x}} \varphi_k \varphi_h \, dx = 0 \qquad (k \neq h),$$

$$\int_0^\infty x^{-\rho} e^{-\frac{\gamma}{x}} \varphi_k \varphi_k \, dx = k!\,(p - k - 1)(p - k - 2)\ldots(p - 2k)\gamma^{(p-2k-1)}\Gamma(p - 2k - 1)$$

$$\left(k < \frac{p - 1}{2}\right).$$

Type VI :

$$\varphi_k(-p, q, x) = (x - a)^{-p} x^q \mathrm{D}^k[(x - a)^{q+k} x^{-p+k}]$$

$$(k = 0, 1, 2, \ldots; p > 0, q > -1; a \leq x < \infty);$$

$$\varphi_{k+1}(-p, q, x) = (-p + k + 1)(x - a)\varphi_k(-p, q + 1, x) + (q + k + 1)x\,\varphi_k(-p + 1, q, x);$$

$$\varphi_{k+1}(-p, q, x) = [(-p + 1)(x - a) + (q + 1)x]\varphi_k(-p + 1, q + 1, x) + x(x - a)\varphi'_k(-p + 1, q + 1, x);$$

$$\varphi'_k(-p, q, x) = k(k + 1 + q - p)\varphi_{k-1}(-p + 1, q + 1, x);$$

$$\mathrm{D}^k \varphi_k(-p, q, x) = k!(q - p + k + 1)(q - p + k + 2)\ldots(q - p + 2k);$$

$$x(x - a)\varphi''_k + [(-p + 1)(x - a) + (q + 1)x]\varphi'_k + k(k + 1 + q - p)\varphi_k = 0;$$

$$\varphi_k(-p, q, x) - [(-p + 1)(x - a) + (q + 1)x]\varphi_{k-1}(-p + 1, q + 1, x) - k(k + 3 + q - p)x(x - a)\,\varphi_{k-2}(-p + 2, q + 2, x) = 0;$$

$$\int_a^\infty (x - a)^2 x^{-p} \varphi_k \varphi_h \, dx = 0 \qquad (k \neq h);$$

$$\int_a^\infty (x - a)^2 x^{-p} \varphi_k \varphi_k \, dx$$

$$= k!\,(p - q - k - 1)\ldots(p - q - 2k)a^{q-p+2k+1} \frac{\Gamma(q + k + 1)\Gamma(p - q - 2k - 1)}{\Gamma(p - k)}$$

$$\left(k < \frac{p - q - 1}{2}\right).$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur un récent théorème concernant les quadriques.* Note de M. **M. de Franchis**, présentée par M. Hadamard.

M. Étienne Halphen a tout récemment [1] donné cet intéressant théorème : *Si l'on projette, d'un point d'une quadrique, deux coniques appartenant à elle, les quatre génératrices communes aux cônes ainsi obtenus ont, sur ces cônes, deux rapports anharmoniques dont le rapport ne dépend pas de la position du point choisi sur la quadrique.*

Il me semble utile de remarquer que cette proposition peut être démontrée par de simples considérations projectives. *Le rapport en question est égal au rapport anharmonique des deux plans des coniques données et des deux plans tangents à la quadrique menés par leur droite commune*, ou même *au rapport anharmonique des deux sommets des cônes circonscrits à la quadrique le long des deux coniques et des deux points où la droite qui les conjoint coupe la quadrique*. Pour l'établir, il suffit de remarquer que le rapport introduit par M. Halphen coïncide avec le rapport anharmonique des plans tangents aux deux cônes (projection des coniques données) le long d'une des génératrices de la quadrique issues de leur sommet et des plans qui projettent par cette génératrice les deux points communs aux coniques et, par conséquent, avec le rapport anharmonique des quatre génératrices de système opposé à la génératrice envisagée qui passent par ces points et par les points où les coniques rencontrent la génératrice susdite.

Observation de M. **Hadamard** *sur la Note précédente.*

J'avais reçu de M. A. Weill une démonstration où il aboutissait à une forme du résultat moins simple et moins frappante que celle de M. de Franchis, mais partageant avec elle l'avantage d'être entièrement projective (et, de plus, réelle quand les éléments de la figure le sont eux-mêmes).

---

(1) E. Halphen, *Un théorème sur les quadriques analogue à celui de Chasles sur les coniques* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 844-846).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur le lemme de Schwarz.* Note de M. **Rolf Nevanlinna**, présentée par M. Hadamard.

1. Soit $w(z)=u+iv$ $[w(0)=\alpha+i\beta]$ une fonction monogène de z, holomorphe pour $|z|<1$ et vérifiant la condition :

A. *Il existe un nombre fini m tel que*

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}|u(re^{i\varphi})|\,d\varphi\leqq m \qquad \text{pour} \qquad 0\leqq r<1.$$

Dans ces hypothèses, *on peut affirmer que si le point z varie à l'intérieur du cercle $|z|=r(<1)$, le point $w=w(z)$ est situé à l'intérieur du cercle*

$$(1) \qquad |w-w_0|=\frac{2mr}{1-r^2} \qquad \text{où} \qquad w_0=\alpha\frac{1+r^2}{1-r^2}+i\beta.$$

Pour $|z|=r$, le point $w(z)$ se trouvera à l'intérieur ou sur la périphérie du cercle (1). *Le second cas ne peut se présenter que pour une fonction rationnelle de la forme*

$$w=\alpha+i\beta+\frac{(\alpha+m)z}{\varepsilon_1-z}+\frac{(\alpha-m)z}{\varepsilon_2-z} \qquad (|\varepsilon_\nu|=1;\ \nu=1,2).$$

Observons qu'on a

$$|\alpha|=\frac{1}{2\pi}\left|\int_0^{2\pi}u(re^{i\varphi})\,d\varphi\right|\leqq\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}|u(re^{i\varphi})|\,d\varphi,$$

le signe d'égalité ayant lieu dans le seul cas où la condition suivante est vérifiée :

B. *La fonction u garde un signe invariable pour* $|z|<1$.

Dans cette hypothèse particulière, la condition A est satisfaite en posant $m=|\alpha|$, et l'énoncé ci-dessus se réduit au lemme de Schwarz [1].

Étant donnée une fonction $w(z)$ qui vérifie la condition A, il existe une fonction réelle $\mu(\vartheta)$, définie pour $0\leqq\vartheta\leqq2\pi$, à variation bornée et telle qu'on a pour $|z|<1$:

$$(2) \qquad w(z)=\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{e^{i\vartheta}+z}{e^{i\vartheta}-z}\,d\mu(\vartheta)+i\beta.$$

---

[1] Cf. les théorèmes sur les valeurs moyennes établis par M. Julia, *Sur les moyennes des modules de fonctions analytiques* (*Bull. des Sc. math.*, **51**, 1927, p. 1-16).

C'est à l'aide de cette représentation, due à M. Ostrowski [1], qu'on peut démontrer le lemme ci-dessus.

2. En utilisant la représentation (2), on déduit aisément aussi l'importante extension du lemme de Schwarz due à M. Julia [2] ainsi que quelques théorèmes complémentaires très intéressants, établis récemment par M. Carathéodory, notamment le suivant [3] :

Étant donnée une fonction w satisfaisant à la condition B, *le produit* $(1-z)w$ *tend uniformément vers une limite déterminée réelle lorsque le point* z *tend vers* $z=1$, *en restant dans le domaine fixe*

$$|1-z| \leq k(1-|z|) \quad (k \text{ étant un nombre arbitraire} > 1). \tag{3}$$

Cette proposition reste valable même si l'on remplace l'hypothèse B par la condition A. En effet, mettons la relation (2) sous la forme

$$w(z) = c\frac{1+z}{1-z} + \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{e^{i\vartheta}+z}{e^{i\vartheta}-z}\,d\nu(\vartheta) + i\beta. \tag{4}$$

où $c = \mu(0+0) - \mu(0) + \mu(2\pi) - \mu(2\pi-0)$ et $\nu(\vartheta) = \mu(\vartheta)\,(0 < \vartheta < 2\pi)$, $\nu(0) = \mu(0+0)$, $\nu(2\pi) = \mu(2\pi-0)$. Écrivons ensuite la dernière intégrale comme somme de trois intégrales correspondant aux intervalles $(0, \vartheta_0)$, $(\vartheta_0, 2\pi-\vartheta_0)$, $(2\pi-\vartheta_0, 2\pi)$, où $0 < \vartheta_0 < 2\pi$. La seconde de ces intégrales est holomorphe pour $z=1$. Pour les deux autres intégrales, on aura

$$\left|(1-z)\left(\int_0^{\vartheta_0} + \int_{2\pi-\vartheta_0}^{2\pi}\right)\right| \leq \frac{2|1-z|}{1-|z|}\left(\int_0^{\vartheta_0}|d\nu| + \int_{2\pi-\vartheta_0}^{2\pi}|d\nu|\right) \leq 2k\lambda_0,$$

λ_0 étant la variation totale de $\nu(\vartheta)$ dans les intervalles $(0, \vartheta_0)$ et $(2\pi-\vartheta_0, 2\pi)$. Or, ν étant continue pour $\vartheta=0$ et $\vartheta=2\pi$, λ_0 s'annule avec ϑ_0. Donc, si l'on multiplie par $(1-z)$ l'intégrale qui figure au second membre de (4), le produit tend vers zéro lorsque z tend vers l'unité. En supposant toujours z

---

[1] A. Ostrowski, *Ueber die Bedeutung der Jensenschen Formel für einige Fragen der komplexen Funktionentheorie* (*Acta litt. ac. sc. un. Fr.-Josephinae*, 1, 1923, p. 80). Dans l'hypothèse B, cette formule fut établie déjà en 1911 par M. Herglotz (*Leipz. Berichte*, 63, 1911, p. 501).

[2] G. Julia, *Extension nouvelle d'un lemme de Schwarz* (*Acta mathematica*, 42, 1920, p. 342).

[3] C. Carathéodory, *Ueber die Winkelderivierten von beschränkten analytischen Funktionen* (*Sitz. ber. der preuss. Akad. der Wiss., math.-phys. Klasse*, 1929, IV, p. 50). L'énoncé de M. Carathéodory s'obtient en posant $f = \frac{w-1}{w+1}$.

à l'intérieur du domaine (3), il résulte maintenant de (4) qu'on a uniformément $(1-z)w \to 2c$ pour $z \to 1$.

En différentiant la relation (4), on démontre, par un raisonnement analogue à celui qui précède, que $(1-z)^2 w'(z) \to 2c$ pour $z \to 1$, uniformément dans le domaine (3) (cf. CARATHÉODORY, *loc. cit.*, p. 50).

3. Admettons, en particulier, que la condition B soit vérifiée, et soit $u \geq 0$ pour $|z| < 1$. Dans ce cas les fonctions μ et ν sont monotones (non décroissantes), et l'on aura $c \geq 0$. Il suit de la relation (4) que $(z = re^{i\varphi})$

$$u(z) = c\frac{1-|z|^2}{|1-z|^2} + \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{1-r^2}{1+r^2-2r\cos(\vartheta-\varphi)}\,d\nu(\vartheta) \geq c\,\frac{1-|z|^2}{|1-z|^2},$$

l'égalité ayant lieu seulement si ν est constante, c'est-à-dire si

$$w = c\,\frac{1+z}{1-z} + i\beta.$$

C'est le lemme de M. Julia.

DYNAMIQUE. — *Sur les systèmes Pfaffiens de M. Birkhoff.* Note [1] de M. **Lucien Féraud.**

Dans une conférence donnée en 1920 [2] M. G. Birkhoff a défini et considéré pour la première fois certains systèmes d'équations de la dynamique auxquels il a donné le nom de *systèmes Pfaffiens*. Depuis il a été amené à les reprendre dans son Mémoire [3] *Stability and the Equations of Dynamics* et dans un Ouvrage [4] récent : *Dynamical Systems*, il a publié les démonstrations des résultats annoncés quelques années auparavant.

Ces systèmes se définissent de la manière la plus simple comme susceptibles de représenter les extrémales dans le problème de variation posé par

$$\delta\int\left(\sum_{j=1}^{2m} X_j\frac{dx_j}{dt} + Z\right)dt = 0,$$

(1) Séance du 2 avril 1929.

(2) *Colloquium lectures* données à Chicago devant la Société mathématique américaine.

(3) *American Journal of Mathematics*, 49, 1, 1927, p. 1.

(4) *American Mathematical Society Colloquium Publications*, 9, New-York, 1927.

X_j, Z étant des fonctions des $2n$ variables dépendantes x_j. L'invariance de leur forme par rapport à n'importe quel changement de variables effectué sur les x suggère tout de suite l'intérêt que peut présenter leur considération, mais l'importance et la réelle signification de leur forme sont plus nettement mises en valeur par les propriétés qui suivent. En désignant par ω l'expression différentielle linéaire $\sum_{j=1}^{2m} X_j dx_j + Z dt$, à tout système Pfaffien donné correspond une expression bien déterminée et inversement, de telle sorte que le choix d'un système Pfaffien est équivalent à celui d'une forme ω. De plus le système considéré admet $\int \omega$ comme invariant intégral relatif et n'est pas autre chose que le *système caractéristique* de la forme ω en empruntant la définition de M. E. Cartan (¹).

Des remarques précédentes j'ai pu déduire, pour ces systèmes, d'autres propriétés également de nature analytique, relatives au cas où l'on suppose connues un certain nombre d'intégrales premières. En particulier les théorèmes de Poisson et de Lie leur sont applicables aussi bien qu'aux systèmes Hamiltoniens; de plus ils admettent l'intégrale première $Z = C$ qui permet de réduire leur ordre de deux unités en éliminant la variable t. Et encore, si l'on connaît $2k+1$ intégrales premières indépendantes entre elles et indépendantes de $Z = C$, l'ordre du système pourra être abaissé de $2k+2$ unités tout en conservant la forme Pfaffienne (par conséquent $Z = C$), donc en définitive pourra être réduit de $2k+4$.

Les systèmes considérés admettent $\int \sum_{j=1}^{2m} X_j dx_j$ comme invariant intégral relatif et par conséquent comme invariant intégral absolu :

$$\iint \sum_{i=1}^{2m} \sum_{j=1}^{2m} a_{ij}\, dx_i\, dx_j, \qquad \text{où} \qquad a_{ij} = \frac{\partial X_i}{\partial x_j} - \frac{\partial X_j}{\partial x_i}.$$

Au point de vue analytique il est très important de connaître un invariant intégral d'ordre égal à celui du système, c'est-à-dire un *dernier multiplicateur*. J'ai obtenu pour ce dernier multiplicateur la forme simple $\sqrt{|a_{ij}|}$.

En vue d'élucider la manière dont la considération des systèmes Pfaffiens s'introduit dans les problèmes de dynamique, j'ai étudié la réduction de la

---

(¹) *Leçons sur les invariants intégraux*. Paris, 1922. Voir en particulier le Chapitre XII : *Les équations qui admettent un invariant intégral linéaire relatif*.

forme Lagrangienne à la forme Pfaffienne, ce qui m'a conduit au résultat suivant. Toute la question dépend du système simultané de $m+1$ équations aux dérivées partielles

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} & L(F\ldots, G\ldots) - \frac{1}{\Delta}\sum_{j=1}^{2m}\left[X_j \times \sum_{k=1}^{2m} A_{kj}\frac{\partial Z}{\partial x_k}\right] = Z,\\ & \sum_{j=1}^{2m}\left[\frac{\partial F_i}{\partial x_j} \times \sum_{k=1}^{2m} A_{kj}\frac{\partial Z}{\partial x_k}\right] = G_i \qquad (i=1, 2, \ldots, m), \end{aligned}\right.$$

F_i, G_i étant les fonctions qui permettent de passer des variables Lagrangiennes aux variables Pfaffiennes par la transformation

$$(2)\qquad q_i = F_i(x_1, x_2, \ldots, x_{2m}), \qquad q'_i = G_i(x_1, x_2, \ldots, x_{2m});$$

$L(q\ldots q'\ldots)$ étant la fonction de Lagrange; $\sum_{j=1}^{2m} X_j\,dx_j + Z\,dt$ la forme ω; Δ le déterminant $|a_{ij}|$ et enfin A_{kj} le mineur correspondant à A_{kj} dans ce déterminant Δ.

Il est clair que l'on peut poser toute une série de problèmes en considérant un certain nombre des fonctions F_i, G_i, X_i, Z comme données, les autres devant être déterminées en prenant une solution du système (1). Cette méthode comprend comme cas particuliers la réduction à la forme Hamiltonienne ou encore à la *forme normale*

$$(3)\qquad \frac{dy_1}{dt} = 1, \quad \frac{dy_2}{dt} = 0, \quad \ldots, \quad \frac{dy_{2m}}{dt} = 0.$$

Dans le Mémoire cité de M. Birkhoff cette forme normale est établie à l'aide de fonctions analytiques, mais on ne l'obtient qu'après avoir résolu les équations des extrémales de $\delta\int\omega = 0$. Il est intéressant de remarquer que le procédé indiqué ici permet d'éviter cette résolution.

AVIATION. — *Optimum d'exploitation des avions commerciaux.* Note [1] de M. **G. A. Mokrzycki**, présentée par M. A. Rateau.

Nous admettons la connaissance de toutes les données constructives d'un avion déjà construit; ce sont alors : P, poids total d'avion; P_d, poids dispo-

---

(1) Séance du 18 mars 1929.

nible, c'est-à-dire P_p, poids payant plus C, poids de combustible; W, puissance du moteur; c, consommation de combustible par unité de puissance et unité du temps; v, vitesse; c_z/c_x, finesse moyenne; ρ, rendement d'hélice moyen; t, durée du parcours; k, gain moyen sur le transport de l'unité de la charge payante, suivant unité de la distance, tous les frais d'exploitation déjà couverts. Nous nous demandons quelle est la distance D et le rapport $y = C/P_d$ les meilleurs pour que le gain

$$G = kP_pD \tag{1}$$

soit maximum. Si nous ne tenons pas compte du délestage pendant le vol, nous avons les relations suivantes :

$$D = vt, \qquad C = cWt, \qquad P_d = P_p + C,$$

ce qui permet d'écrire (1) sous la forme

$$G = \frac{kv}{cW}(P_dP_p - P_p^2).$$

Cherchons le maximum de G : $\dfrac{dG}{dP} = 0 = \dfrac{kv}{cW}P_d - 2\dfrac{kv}{cW}P_p$.

D'où : $(P_p)_{\text{opt}} = 0,5P_d$; or, $C_{\text{opt}} = 0,5P_d$. C'est-à-dire

$$y_0 = C_{\text{opt}}/P_d = 0,5. \tag{2}$$

Avec cette valeur et $\rho W = \dfrac{c_x}{c_z}Pv$, nous avons

$$D_{\text{opt}} = \frac{v}{2}\frac{P_d}{cW} = \frac{\rho}{2c}\frac{c_z}{c_x}\frac{P_d}{P}. \tag{3}$$

Les valeurs données par (2) et (3) sont assez exactes pour les avions dont le rapport du poids disponible au poids total $m = P_d/P$ est petit. Pour les avions de transport d'aujourd'hui, la formule (2) donne des erreurs de 4 à 10 pour 100. Il faut alors tenir compte du délestage, c'est-à-dire prendre pour la longueur du parcours la formule bien connue

$$D = \frac{Pv}{cW}\ln\left(\frac{P}{P-C}\right) = \frac{\rho}{c}\frac{c_z}{c_x}\ln\left(\frac{P}{P-C}\right), \tag{4}$$

ce qui permet d'écrire (1) : $G = AP_p\ln\left(\dfrac{P}{P-C}\right)$, où $A = k\dfrac{Pv}{cW} = k\dfrac{\rho}{c}\dfrac{c_z}{c_x}$.

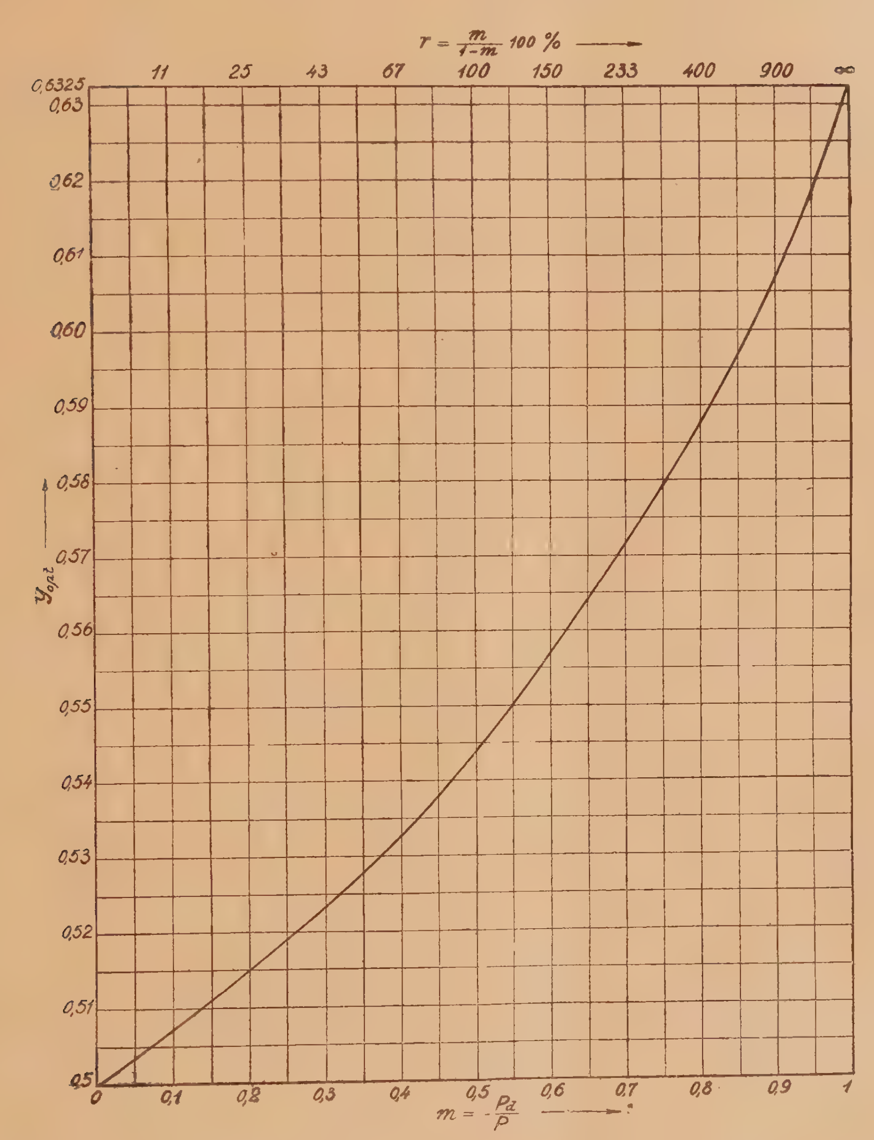
Or $G = A(C - mP)\ln\left(1 - \dfrac{C}{P}\right)$, où $m = P_d/P$.

Posons $C/P = x$, et cherchons le maximum de G :

$$\frac{dG}{dC} = 0 = A\ln(1-x) - A\frac{C - mP}{P - C}.$$

Nous avons alors à résoudre

(5) $$\ln(1-x) - \frac{x - m}{1-x} = 0,$$



avec $\ln(1-x)$ développé, nous avons

(6) $$-x - \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3} - \ldots - \frac{x-m}{1-x} = 0.$$

Comme x a une valeur faible (0,25 environ), nous pouvons nous con-

tenter pratiquement des deux ou trois premiers termes, et l'équation (6) nous conduit alors à une équation du troisième ou quatrième degré.

D'après la définition, $C_{opt} = x_0 P = \frac{x_0}{m} P_d = y_0 P_d$; x_0 est la valeur optimum.

Pour supprimer des calculs assez longs, nous avons dressé ci-dessus une courbe $y_0 = f(m)$, ce qui permet, pour une valeur connue de m, de trouver l'optimum du poids du combustible $C_{opt} = y_0 P_d$, et l'optimum du parcours

$$D_{opt} = B \log \frac{P}{P - C_{opt}}, \tag{7}$$

B étant une constante d'après (4).

ASTRONOMIE. — *Théorie d'un planisphère métrique terrestre.* Note de M. **Antonio Cabreira**.

Soient φ, λ, φ', λ' et λ'' les coordonnées géographiques d'un point, les rectifications des arcs respectifs et celle de l'arc du parallèle compris entre ce point et le méridien de l'origine; ρ, R et r les valeurs du rayon terrestre dans le même point, dans l'équateur et dans les pôles.

En vertu du caractère elliptique des méridiens, la grandeur des degrés augmente continuellement avec la latitude. Ainsi, si a représente l'accroissement observé à la fin de l'intervalle $g_0 - 1$, nous aurons, pour $\varphi - 1$, $a \frac{\varphi - 1}{g - 1}$; d'où

$$\varphi' = \pi R \frac{\varphi}{180} + a \frac{\varphi - 1}{g - 1} \tag{1}$$

et

$$\lambda' = \pi R \frac{\lambda}{180}. \tag{2}$$

On voit encore que le rayon du parallèle est $\rho \cos\varphi$. Or $\rho = R - (R - r) \frac{\varphi}{90}$ donc

$$\lambda'' = \pi \left[R - (R - r) \frac{\varphi}{90} \right] \frac{\lambda}{180} \cos\varphi. \tag{3}$$

Alors, en adoptant les nombres classiques $R = 6377431^m,5$; $r = 6356125^m,5$;

$\frac{\pi R}{180} = 72911^{m},208$; et $a = 3437991^{m},28$, pour $g = 90$, on déduit

(4) $\rho = 6377431^{m},5 - 236^{m},733 \times \varphi$,

(5) $\varphi' = 72911^{m},208 \times \varphi + 38629^{m},115 \times (\varphi - 1)$,

(6) $\lambda' = 72911^{m},208 \times \lambda$,

(7) $\lambda'' = (72911^{m},208 - 1^{m},315 \times \varphi) \times \lambda \times \cos\varphi$,

où les minutes et les secondes seront exprimées en fractions décimales du degré.

En considérant, à une échelle convenable, une ellipse dont les demi-axes représentent le quart du méridien terrestre et de l'équateur; en divisant le premier en dix parties proportionnelles aux cordes des arcs de 9, 10-18, ..., 81-90°, ce qui donne les rectifications des mêmes arcs, et le deuxième en dix parties égales; en conduisant par les points résultants des divisions du premier demi-axe, des parallèles au deuxième demi-axe, et en traçant neuf ellipses concentriques, ayant comme demi-axe commun le premier considéré et comme demi-axes successifs une, deux, ..., neuf parties du deuxième, on construit un planisphère métrique terrestre. En effet, les intersections de ces parallèles avec les ellipses déterminent les points dont les coordonnées géographiques et dont les distances, suivant les arcs de parallèle, au méridien d'origine, ont comme rectifications les valeurs de φ', λ' et λ'', en (5), (6) et (7), pour φ et λ, successivement égaux à 9, 18, ..., 90°.

ASTRONOMIE. — *Sur l'identification des petites planètes et sur la correction de leurs orbites d'après une observation.* Note de M. **Benjamin Jekhowsky**, présentée par M. H. Andoyer.

Soient $E_2 - E_1 = d\gamma_k$ ($k = 1, 2, \ldots, 6$) les différences entre les éléments correspondants de deux systèmes d'éléments qui représentent assez bien les observations d'une planète pendant une opposition, et qui donnent pour une autre planète, observée dans une opposition antérieure ou postérieure, des écarts Observ.-Calcul., $\Delta\alpha_{(2)}$, $\Delta\delta_{(2)}$, $\Delta\alpha_{(1)}$, $\Delta\delta_{(1)}$.

On se propose d'abord de vérifier l'identité des deux astres, puis, dans l'affirmative, de trouver un système E_3 d'éléments, qui représenterait au mieux les observations des deux oppositions, en donnant pour la dernière des écarts $\Delta\alpha_{(3)} = \Delta\delta_{(3)} = 0$ (théoriquement), et de façon que les différences des éléments $E_3 - E_2 = d\gamma'_k$ soient proportionnelles aux précédentes, c'est-à-

dire que l'on ait

$$(1)\qquad d\gamma'_1 = q\,d\gamma_1, \qquad d\gamma'_2 = q\,d\gamma_2, \qquad \ldots; \qquad d\gamma'_6 = q\,d\gamma_6.$$

Ce problème a été traité par M. B. Asplind, dans son intéressant Mémoire [1] : *Identitäten, Wiederauffindung und Bahn des Planeten* (658) *Asteria*....

Voici une solution simple, qui sans aucune ambiguïté permet d'identifier la planète et, tout en se servant de la *Regula falsi*, de trouver le facteur de correction q, sans passer par le calcul des quantités K_α, K_δ, appelées Fonctions de l'orbite.

En désignant par d_k, d'_k, les coefficients différentiels en α et δ d'une méthode quelconque de correction des éléments, d'après ce qui précède on trouve d'une façon évidente pour les relations de condition

$$(2)\qquad \begin{cases} \Sigma d_k d\gamma'_k : \Sigma d_k d\gamma_k = q_\alpha = (\cos\delta_{(2)}\,\Delta\alpha_{(2)}) : K_\alpha, \\ \Sigma d'_k d\gamma'_k : \Sigma d'_k d\gamma_k = q_\delta = \qquad \Delta\delta_{(2)}) : K_\delta. \end{cases}$$

Mais, d'après mes formules [2] (3), en remplaçant les différentielles $d\alpha$, $d\delta$ par les résidus Observ-Calcul, pour chaque système d'éléments nous pouvons écrire

$$(3)\qquad \frac{\cos\delta_{(n)}\,\Delta\alpha_{(n)}}{g^{(n)}} = \frac{\Delta\delta_{(n)}}{g_3^{(n)}} = \text{séc}\,\delta_{(n)}\,\frac{d\rho_{(n)}}{\rho_{(n)}} = q_{\alpha}^{(n)} \qquad (n=1,\,2,\,3),$$

où pour abréger l'écriture on pose $g^{(n)} = (\lambda_1 g_2 - \lambda_2 g_1)^{(n)}$.

Avec (3) les relations (2) deviennent

$$(4)\qquad \begin{cases} g^{(2)}\,q_\alpha^{(2)} = K_\alpha q_\alpha, \\ g_3^{(2)}\,q_\delta^{(2)} = K_\delta q_\delta. \end{cases}$$

Or $q_\alpha^{(2)} = q_\delta^{(2)}$ et, si l'orbite calculée appartient réellement à la planète observée, il faut que l'on ait

$$(5)\qquad q_\alpha = q_\delta = q :$$

c'est le critérium de l'identification de la planète.

Donc

$$(6)\qquad \frac{K_\delta}{K_\alpha} = \frac{g_3^{(2)}}{g^{(2)}},$$

---

[1] *Astronomiska Iakttagelser och Undersökningar à Stockholms Observatorium*, **11**, III, Stockholm, 1927.

[2] *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 772.

et il en est de même pour les coefficients d_k, d'_k et leurs sommes Σd_k, $\Sigma d'_k$.

En remarquant ensuite que, pour le système E_3, $q_\alpha^{(3)} = q_\delta^{(3)} = 0$, on déduit le facteur de correction par la formule

$$q\left(q_{\substack{\alpha\\\delta}}^{(2)} - q_{\substack{\alpha\\\delta}}^{(1)}\right) = -q_{\substack{\alpha\\\delta}}^{(2)}. \tag{7}$$

Le système d'éléments corrigés sera ainsi

$$E_3 = E_2 + q(E_2 - E_1).$$

Toutes ces considérations peuvent jeter un peu de lumière sur les méthodes de correction des orbites en général.

THERMODYNAMIQUE. — *L'équation de Van der Waals et la thermodynamique.* Note de M. J.-E. Verschaffelt.

En réponse à des objections faites par M. V. Karpen (*Comptes rendus*, p. 496) je voudrais préciser ce que j'ai dit dans ma première Note, publiée sous le même titre (*Comptes rendus*, p. 312).

M. Karpen défend la thèse que, par les hypothèses mêmes qui ont servi à l'établir, l'équation d'état de Van der Waals avec a, b et R constants est d'accord avec le second principe de la thermodynamique. J'ai exprimé, par contre, l'opinion que cette équation d'état n'est d'accord avec ce principe que moyennant des hypothèses accessoires, qui ne sont pas une conséquence nécessaire des premières. En affirmant, notamment, que, dans le cas où les trois paramètres sont des constantes, ou simplement des fonctions du volume, la variation de l'énergie interne avec le volume est égale au travail de la pression de cohésion, on fait, à mon avis, une hypothèse nouvelle. Je ne vois pas, en effet, pourquoi, si la relation $\left(\frac{\partial U}{\partial v}\right)_T = \frac{a}{v^2}$ pouvait être démontrée par des considérations purement mécaniques, la démonstration ne serait plus valable dans le cas où l'un au moins des trois paramètres dépend de la température; et cependant la thermodynamique apprend que dans ce cas la relation ci-dessus ne se vérifie plus. C'est pourquoi j'ai cru pouvoir affirmer que ce n'est que par hypothèse que l'on peut écrire, dans le cas où a, b et R ne sont pas fonctions de la température :

$$dU = \frac{a}{v^2}\,dv + c_v\,dT,$$

et que c'est grâce à cette hypothèse que $dS = \frac{dQ}{T}$ est différentielle exacte pour les états homogènes.

La question me semble être du même genre que celle de l'énergie superficielle, dont on croyait pouvoir démontrer que sa variation avec la surface est égale au travail de la tension superficielle, jusqu'à ce que la thermodynamique apprit que cela ne serait vrai que si la tension superficielle ne variait pas avec la température.

L'hypothèse d'après laquelle le travail des forces moléculaires dans la vaporisation est proportionnel à la différence des densités des deux phases, n'est pas non plus, à mon avis, une conséquence nécessaire des hypothèses de Van der Waals; cela n'a jamais été démontré, que je sache. D'ailleurs, pour trouver la valeur du coefficient de proportionnalité A, M. Karpen suppose que cette valeur ne dépend pas de la température, ce qui n'est pas davantage démontré.

M. Karpen m'a objecté avec raison qu'il ne suffit pas que $dS = \frac{dQ}{T}$ soit différentielle exacte dans la région des états homogènes, pour que les relations de Maxwell-Clausius et de Clapeyron se vérifient. Par un fâcheux lapsus j'ai semblé affirmer le contraire. Pour arriver à ces relations on doit encore supposer que le second principe est applicable aux états hétérogènes, ou bien encore une fois, faire une hypothèse accessoire, équivalente au second principe. Or l'hypothèse relative au travail moléculaire est de cette nature, puisque, comme M. Karpen l'a montré, elle suffit, du moins dans le cas où a, b et R sont constants, pour déterminer à chaque température la pression de saturation conformément à la règle de Maxwell-Clausius, dont la signification thermodynamique est qu'elle exprime que la chaleur de vaporisation est égale à l'effet thermique dans la détente isothermique homogène entre les deux états à saturation, c'est-à-dire que $L = T(S_2 - S_1)$. Cela suffit pour que $\frac{dQ}{T}$ soit différentielle exacte dans la région hétérogène. En effet, on a dans cette région :

$$dQ = c_m dT + L dm,$$

où c_m est la chaleur spécifique à titre m constant : et comme

$$c_m = m c_2 + (1 - m) c_1 = T \left[m \frac{dS_2}{dT} + (1 - m) \frac{dS_1}{dT} \right],$$

on a, dans la région hétérogène $\frac{dQ}{T} = dS$, avec

$$S = mS_2 + (1 - m)S_1.$$

Enfin, je m'étais contenté de signaler, le tenant pour connu, le fait qu'on démontre la formule de Clapeyron d'une manière tout à fait générale en dérivant par rapport à T l'équation qui exprime la règle de Maxwell-Clausius :

$$p_s(v_2 - v_1) = \int_{v_1}^{v_2} p\, dv;$$

en tenant compte de la variation des limites d'intégration on obtient, en effet,

$$\frac{dp_s}{dT}(v_2 - v_1) = \int_{v_1}^{v_2} \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v dv = \int_{v_1}^{v_2} \left(\frac{\partial S}{\partial v}\right)_T dv = S_2 - S_1 = \frac{L}{T}.$$

ÉLECTRICITÉ. — *Augmentation de la sensibilité des appareils de mesures électriques à pivots.* Note de M. **Quevron**, présentée par M. A. Cotton.

Si l'on remplace l'aimant permanent d'un appareil de mesures par un électro-aimant, on augmente la sensibilité de l'appareil, le couple agissant étant proportionnel au champ magnétique.

Cette substitution n'a pas été faite jusqu'à présent; on était gêné par les actions parasites que le champ magnétique accru exerce sur la matière même du cadre. Je suis parvenu à éliminer cette influence en rendant le champ rigoureusement radial dans l'entrefer.

Ce résultat est obtenu par un centrage rigoureux des pièces qui délimitent l'entrefer et par la suppression de toutes les pièces accessoires qui déformeraient localement le circuit magnétique : en particulier les vis sont soigneusement évitées.

Le champ est fourni par un électro-aimant dont le nombre d'ampères-tours est suffisant pour que la saturation du fer soit atteinte. On réalise ainsi la constance du champ nécessaire pour que l'appareil soit fidèle. Il faudrait que le courant varie de 10 pour 100 pour que les indications se trouvent modifiées de 1 pour 100.

Résultats obtenus. — Nous avons réalisé un microampèremètre à pivots en plaçant le bloc rigide délimitant l'entrefer et portant le cadre entre les pôles d'un électro-

aimant comportant 10000 ampères-tours. L'électro-aimant est alimenté par un secteur continu, ou bien encore en interposant entre le secteur alternatif et l'électro-aimant un redresseur de courant.

La puissance dépensée dans l'électro-aimant de cet appareil d'essai est de 150 watts, le champ obtenu, dans un entrefer de 2^{mm}, est seulement de 4500 gauss (le fer employé est de médiocre qualité). La résistance du cadre (cadre rectangulaire de 50×40^{mm}, 350 spires) est de 400 ohms. L'aiguille ($13^{cm},2$ de longueur) dévie de 1,4 radian (100 divisions) en 10 secondes pour un courant de 4 microampères, soit 1,6 millivolt appliqué aux bornes. Le moment de torsion du ressort est alors de 15 dynes/cm et la puissance dépensée dans le cadre de $6,4.10^{-3}$ microwatt.

Les dérivations sont proportionnelles aux courants traversant le cadre et il est possible d'apprécier à lecture directe 10^{-8} ampère ou 10^{-5} volt.

Un autre essai réalisé avec la maquette de l'électro-aimant de l'Académie des Sciences à Bellevue a porté sur un champ de 25000 gauss et a permis de constater que le cadre ne subissait pas l'influence du champ magnétique dans lequel il était placé.

Il est donc possible d'envisager l'utilisation des électro-aimants existant déjà dans certains Laboratoires pour en faire des appareils de mesure très sensibles. L'électro-aimant peut recevoir entre ses branches des blocs interchangeables dont les cadres possèdent des constantes électriques déterminées. Ces blocs, de mise en place facile, permettent de réaliser instantanément des appareils de mesures de faibles intensités ou de faibles tensions, continues ou alternatives, même en conservant les avantages des appareils à pivots.

Exemples d'application : Millivoltmètre. Mesure des températures. — Dans la première réalisation, l'aiguille décrit un arc de 185^{mm} pour 1,6 millivolt, ce qui correspond à la force électromotrice thermo-électrique d'un couple cuivre-constantan dont la soudure chaude est portée à 40° C. Il est donc très facile d'apprécier le dixième de degré sur le cadran.

On pourra également mesurer avec précision les températures comprises entre 900° et 1200°, ce qu'il est difficile de faire dans l'état de la pyrométrie thermo-électrique.

Dans les pyromètres enregistreurs actuels, étant donnée la faiblesse du couple moteur agissant sur l'aiguille, la plume n'est mise en contact avec le papier que par des à-coups réguliers entre lesquels l'aiguille est libre, ces contacts intermittents donnent une courbe formée par une série de points. Avec l'appareil à électro-aimant la force développée est assez considérable pour effectuer directement les tracés sur le papier.

Microampèremètre. Mesure des faibles courants alternatifs. — Un appareil qui permet d'apprécier 10^{-8} ampère à lecture directe rendra des services pour la mesure des courants de cellules photo-électriques, le relevé d'une

caractéristique de grille de lampe de T. S. F., l'étude d'un thermo-élément, le relevé d'une courbe de résonance à l'aide d'un couple. Associé à un thermo-élément l'appareil permet la mesure de faibles courants alternatifs.

Fluxmètre-Appareil de zéro. — Si les spiraux d'amenée de courant sont en argent recuit, ils ne présentent plus de couple de torsion appréciable, l'appareil, ainsi transformé, est un fluxmètre. Dans ce cas la sensibilité de l'appareil décroît à mesure que le champ croît (une division de la graduation valant 100000 maxwells par exemple).

La mesure des champs magnétiques intenses se fait avec le fluxmètre à électro-aimant sans avoir besoin de shunter l'appareil avec une résistance appropriée. Utilisé pour la mesure des temps, cet appareil permettra la mesure d'intervalles de temps de l'ordre de plusieurs minutes.

Il peut également servir comme appareil de zéro soit que le cadre mobile reste muni d'une aiguille, soit qu'on la remplace par un miroir. Dans ce dernier cas son emploi est indiqué dans les microphotomètres enregistreurs.

OPTIQUE. — *Les radiations secondaires dans la lumière diffusée par le spath calcaire.* Note de M. **J. Cabannes**, présentée par M. Ch. Fabry.

I. Le spectre de diffusion du spath, obtenu par Daure, est plus intense que celui du quartz ([1]). Nous y avons repéré les radiations secondaires suivantes (évaluées en nombres d'ondes par centimètre) :

$$+279,7;\quad +153,9;\quad -156,7;\quad -221,3;\quad -283,2;\quad -713,1;$$
$$-1082,6;\quad -1432,5;\quad -1750,0.$$

Les plus fortes sont la bande 283 (largeur, 3,5 Å) et la raie 1083.

II. *Étude de la dépolarisation des raies secondaires.* — Soient trois axes rectangulaires $Oxyz$ (Ox, rayon incident; Oy, rayon diffusé). J'ai éclairé en lumière d'abord naturelle, puis polarisée, suivant Oy ou Oz, le cristal de spath; j'ai orienté l'axe du cristal suivant Ox, Oy, puis Oz. Dans chaque cas, j'ai analysé avec un spectrographe la lumière diffusée; un wollaston, placé contre la lentille collimatrice, séparait le spectre relatif à la vibration d'intensité I, parallèle à Oz, du spectre relatif à la vibration i, parallèle à Ox.

Il est commode, pour interpréter les résultats, de considérer chaque raie

---

([1]) J. Cabannes, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 249.

secondaire comme émise par des *oscillateurs virtuels*. L'ensemble de ces oscillateurs possède les éléments de symétrie du cristal et l'on peut calculer, à l'aide des neuf clichés obtenus, pour cet ensemble d'oscillateurs, le carré moyen du déplacement électrique suivant chacun des trois axes $Oxyz$.

J'ai ainsi étudié les deux principales raies secondaires du spath.

a. Radiation $\pm 280\ \text{cm}^{-1}$. — Une vibration incidente *extraordinaire* ne produit pas de déplacement suivant l'axe ternaire; elle donne le même carré moyen a suivant une direction quelconque du plan normal à l'axe. Une vibration *ordinaire* donne le carré moyen c suivant l'axe et b suivant une direction *quelconque* du plan normal. J'ai obtenu $a = 4,6\,b$ et $c = 3,6\,b$ (1).

Nous trouvons là des relations inattendues entre la direction de la vibration lumineuse excitatrice et le déplacement des oscillateurs. Pour obtenir un déplacement suivant l'axe ternaire, il faut une vibration excitatrice perpendiculaire à cet axe. D'autre part l'intensité b est la même dans la direction de la vibration excitatrice et dans la direction perpendiculaire, au lieu d'être trois fois plus grande dans le premier cas.

Il faut admettre que les oscillateurs, dont l'ensemble est symétrique par rapport à l'axe ternaire, oscillent d'une manière *incohérente*, et qu'ils prennent la même amplitude quelle que soit leur orientation par rapport à la vibration excitatrice. Ce dernier résultat semble en contradiction avec les idées de Raman qui, reprenant une théorie bien connue (2), attribue à chaque oscillateur trois directions principales suivant chacune desquelles il projette la vibration lumineuse incidente pour avoir l'amplitude du déplacement correspondant (3).

b. Radiation $-1083\ \text{cm}^{-1}$. — Le déplacement de l'ensemble des oscillateurs qui diffusent cette radiation est toujours parallèle à la vibration incidente, que celle-ci soit *parallèle* ou *perpendiculaire* à l'axe ternaire. Il en

---

(1) On vérifiera facilement, à partir de ces données, que, dans un cristal éclairé en lumière naturelle, le facteur de dépolarisation $\frac{i}{I}$ vaut 3,6 (axe parallèle à Ox); ou 1,5 (axe parallèle à Oz); ou 1 (axe parallèle à Oy). On vérifierait aussi que la dépolarisation de la lumière diffusée varie avec l'orientation (suivant Ox ou Oz) de la vibration incidente lorsque l'axe du cristal est parallèle à Oz; qu'elle ne varie pas lorsque l'axe du cristal est parallèle à Ox.

(2) Cf, par exemple, F. Perrin, *Journal de Physique*, 7, 1926, p. 390.

(3) C.-V. Raman et K.-S. Krishnan, *Proceedings of the royal Society*, **122**, 1929, p. 32. En réalité, les auteurs ne font pas intervenir les oscillateurs virtuels, mais les « energy transitions », ce n'est qu'une différence de langage; elle ne supprime pas la contradiction.

résulte que la dépolarisation est nulle dans les 9 clichés. Le carré moyen du déplacement est 4 fois plus grand dans le second cas que dans le premier.

La raie 1083 est donc émise soit par des oscillateurs en concordance de phase dont l'ensemble a la symétrie du cristal ([1]); soit par des oscillateurs qui oscilleraient sans relation de phase définie, chacun d'eux possédant dans ce cas la symétrie du cristal. La raie 1083 pourrait provenir, par exemple, des vibrations de l'atome de carbone à l'intérieur des ions CO^3 ([2]).

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les groupements d'atomes radioactifs.* Note ([3]) de M. **H. Jedrzejowski**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans leur travail sur le recul radioactif, Russ et Makower ([4]) ont suggéré que les groupements d'atomes radioactifs, dont l'existence vient d'être mise en évidence dans de belles expériences de Mlle Chamié ([5]), doivent jouer dans les phénomènes du recul radioactif un rôle important. Plus tard ce point de vue a trouvé un appui dans des expériences de Lawson ([6]). Dans la Note ci-après, M. Wertenstein ([7]) a émis l'hypothèse que l'amélioration des conditions au recul β qu'on obtient en préparant la source par distillation s'explique probablement par la destruction des groupements d'atomes dans ce procédé.

En partant de ces points de vue je me suis proposé : 1° d'étudier la distribution de la matière radioactive dans une source préparée par distillation; 2° de mettre en évidence le transport des groupements d'atomes dans le phénomène du recul radioactif, et 3° d'obtenir quelques informations sur

---

([1]) C'est l'hypothèse que nous avions suggérée dans le cas des radiations 467 et 208 du quartz. Elle n'est pas nécessaire si l'on admet que *chaque* oscillateur possède les éléments de symétrie du cristal et qu'il n'est pas assujetti à osciller dans une direction unique.

([2]) Nous avons pu étudier aussi deux autres radiations secondaires du spath, moins intenses que 280 et 1083. Les raies ± 155 donnent en lumière naturelle $\rho = 1$ (axe ternaire parallèle à Oz) et $\rho = \infty$ (axe ternaire parallèle à Ox). La raie — 713 paraît donner $\rho = \infty$ (axe ternaire parallèle à Oz) et $\rho = 0$ (axe ternaire parallèle à Ox).

([3]) Séance du 11 mars 1929.

([4]) *Phil. Mag.*, 6e série, **19**, 1910, p. 100.

([5]) *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 1243; **185**, 1927, p. 170 et 1277; **186**, 1928, p. 838. Voir aussi Harrington, *Phil. Mag.*, 7e série, 6, 1928, p. 685.

([6]) *Wien. Ber.*, **178**, 1929, p. 795.

([7]) Voir page 1045

les conditions restées obscures jusqu'à présent dans lesquelles ces groupements se forment et se détruisent.

J'ai adopté la méthode photographique de Mlle Chamié, comme donnant l'avantage de constatations individuelles de groupements d'atomes. Suivant sa technique, j'activais de minces lamelles de mica que je pressais ensuite sous un poids de 10^{kg} environ entre deux plaques photographiques.

J'utilisais quatre modes d'activation : 1° activation directe dans le radon pour obtenir une base de comparaison avec les autres cas ; 2° activation dans le vide par le recul α du RaB projeté dans la transformation du RaA ; 3° activation dans le vide par le recul β du RaC projeté dans la transformation du RaB ; 4° activation par distillation du Ra(B + C). Dans les cas 2, 3 et 4 la source primaire était constituée par une feuille de platine activée dans le radon. La distillation a été conduite dans certains cas dans le vide, dans d'autres cas sous la pression atmosphérique.

Dans le cas d'activation directe j'ai obtenu des images, caractéristiques des groupements, analogues à celles trouvées par Mlle Chamie. Les deux variétés de l'activation par recul ont donné, sur un fond attaqué à peu près uniformément par l'action des atomes isolés, des images des groupements d'atomes. Pour recueillir le produit du recul α je disposais le mica dans le vide à une petite distance et en face de la feuille de platine activée.

L'exposition durait 3 minutes. Pour le recul β j'ai utilisé la même source primaire, mais l'exposition durait cette fois 35 minutes et était commencée 45 minutes après la fin de l'exposition.

Dans le cas du recul α, des groupements nombreux ont été emportés sur le mica. Le recul β donne des groupements plus rares, néanmoins très nets.

Les images obtenues avec les sources préparées par distillation ont un aspect tout à fait différent. On n'y voit qu'un fond uniformément attaqué par des atomes dispersés, les groupements étant détruits au cours de l'évaporation du dépôt actif. Et cela a lieu aussi bien pour les sources préparées par distillation dans le vide que pour celles préparées sous la pression atmosphérique.

Dans ce dernier cas la distance entre la source primaire et secondaire a varié de 3 à 5 ; les atomes ne pouvaient donc atteindre le mica qu'après avoir subi de nombreuses rencontres entre eux-mêmes et avec les molécules d'air. Ce fait semble indiquer que les groupements une fois détruits n'ont pas de tendance à se reformer rapidement.

---

(1) *Loc. cit.*

Avec des sources très fortes on peut trouver sur le fond continu caractéristique des sources obtenues par distillation, quelques groupements isolés probablement emportés dans le recul. Cette manière de voir est confirmée par le fait que de rares groupements se détachent d'un support même sous pression atmosphérique et sans chauffage. Ils montrent une tendance bien marquée à tomber dans le champ de pesanteur. Je rappellerai que Lawson expliquait les pertes de polonium par le recul des groupements.

Pour étudier l'influence de la température sur les groupements j'ai placé dans un tube de verre une lamelle de mica activée directement dans le radon et une autre activée par distillation. Le tube a été ensuite vidé et porté pendant 15 minutes, à une température de 350°. Les photographies prises ensuite ont montré que l'aspect des images n'a pas changé. L'élévation de température n'a donc pour effet ni de faciliter la formation des groupements ni de détruire les groupements existants.

La destruction des groupements par distillation ne peut donc être due qu'à l'évaporation successive des atomes extérieurs des groupements.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le recul* β. Note (¹) de M. L. **Wertenstein**, présentée par M. Jean Perrin.

L'énergie d'un atome radioactif subissant le recul β est de l'ordre de grandeur de l'énergie moyenne de translation d'un atome à 1000°. Il y a donc lieu de s'attendre à ce que, dans ce recul, l'arrachement et la fixation d'un atome radioactif dépendent essentiellement des surfaces émettrice et réceptrice, par analogie avec les phénomènes d'évaporation et d'adsorption.

Dans l'étude du recul β on emploie généralement la méthode de Mlle Muszkat (²), qui consiste à préparer les sources (RaB, ThB) par distillation dans le vide et à éviter le contact de ces sources avec l'air entre le début de la distillation et la fin de l'exposition au recul.

Je me suis proposé de mettre en évidence le rôle des actions de surface dans le phénomène du recul et à cet effet j'ai fait varier le mode de préparation des sources, ainsi que la nature et la température des surfaces émettrice et réceptrice. La méthode de Mlle Muszkat force à préparer les sources

(¹) Séance du 11 mars 1929.

(²) A. Muszkat, *Phil. Mag.*, 6e série, 39, 1920, p. 690.

dans l'appareil même où l'on étudie ensuite le recul. Dans mes expériences on transporte dans cet appareil les sources après leur préparation. Le rendement du recul est alors diminué, probablement par suite de l'adsorption de l'air sur les sources, mais ce désavantage est compensé par la simplicité des opérations et par l'élimination de toute possibilité d'infection radioactive.

Je me suis occupé du recul β du RaC expulsé par le RaB et j'ai préparé mes sources : 1° par activation directe dans le radon; 2° par recul α du RaB à partir du RaA; 3° par distillation dans le vide du dépôt recueilli sur une surface de platine. Je déposais les sources, et je recueillais le produit du recul sur des métaux différents. Dans quelques expériences j'ai porté la source avant l'exposition au recul à une température de 250° environ. J'ai étudié aussi l'effet de température sur la fixation des atomes radioactifs en refroidissant le récepteur à la température de l'air liquide. Enfin, j'ai étudié l'effet du vieillissement des sources en faisant des expositions répétées dans les mêmes conditions avec la même source.

I. J'ai trouvé que, contrairement à l'opinion générale, le mode de préparation des sources n'influe pas sensiblement sur le rendement. Seul le traitement thermique préalable de la source l'abaisse notablement. Ce fait explique probablement le très faible rendement obtenu par Russ et Makower [1] qui ont généralement chauffé leurs sources afin de chasser le radon occlus.

L'effet du mode de préparation des sources ne se manifeste clairement que dans la pureté du produit recueilli par recul. Seules les sources préparées par distillation donnent du RaC pur, dans les autres cas, on obtient sur le récepteur une certaine proportion du RaB qui varie de $\frac{1}{10}$ (sources préparées par recul) à $\frac{1}{3}$ (sources activées dans le radon). En faisant des expositions répétées avec la même source, on constate que le rendement diminue avec le temps d'une manière notable. Il est naturel d'attribuer, comme Russ et Makower, la présence du RaB sur le récepteur à la projection des amas atomiques présents initialement sur la source, et détachés par suite de la transformation α d'un atome faisant partie de l'amas. (Amas dont l'existence, soupçonnée depuis longtemps par Mme Curie, puis Debierne, a été établie récemment dans de belles expériences de Mlle Chamié.)

La pureté du produit obtenu avec les sources préparées par distillation

---

(1) W. Makower and S. Russ, *Phil. Mag.*, 6e série, **19**, 1910, p. 100.

s'interprète si l'on admet que les groupements se vaporisent sous forme atomique. Ces considérations viennent d'être confirmées expérimentalement par M. Jedrzejowski.

II. J'ai trouvé que le rendement du recul est déterminé essentiellement par la nature des surfaces émettrice et réceptrice. On peut mettre le rendement sous forme d'un produit *ab*, où *a* représente le rôle de la source, *b* celui du récepteur. Pour Al, Cu, Pb, Fe, laiton, *a* est proportionnel respectivement à 3, 1, 1, 1, 0,75; pour Bi, laiton, Al, *b* est proportionnel à 2, 1,8, 1. Il convient de signaler la haute réceptivité de Bi pour RaC qui est son isotope, et de noter que Al, qui est la meilleure substance pour les sources, constitue le plus mauvais récepteur.

La propreté des surfaces réceptrices facilite la fixation des atomes de recul. Mes récepteurs étaient des disques rafraîchis au tour immédiatement avant chaque expérience. Sans cette précaution le rendement tombe à 40 pour 100 de la valeur obtenue avec des surfaces fraîches.

La valeur maximum du rendement obtenue avec Bi comme récepteur et Al comme source était égale à 20 pour 100 environ. Ce résultat est en désaccord avec ceux de Barton (1) et de Donat et Philipp (2) qui ont obtenu un rendement compris entre 2 pour 100 et 6 pour 100, malgré une technique très perfectionnée.

Pour expliquer ce désaccord il peut être utile de remarquer que dans ces dernières expériences les durées d'exposition au recul étaient de l'ordre de 1 heure et dans les miennes de l'ordre de quelques minutes. Or comme il vient d'être signalé le rendement tombe rapidement avec le temps par suite du vieillissement des sources.

J'ai trouvé que le rendement *ne change pas* si l'on abaisse la température du récepteur jusqu'à celle de l'air liquide. Sur ce point encore mes expériences sont en désaccord avec celles de Donat et Philipp.

CHIMIE MINÉRALE. — *Le système ternaire : eau, sulfate de sodium, nitrate de sodium.* Note de M. **André Chrétien**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons résumé (3) les résultats obtenus, en collaboration avec M. Cornec, dans l'étude des équilibres entre l'eau, le nitrate et le chlorure

---

(1) A. W. Barton, *Phil. Mag.*, 7e série, 1, 1926, p. 835.

(2) K. Donat et K. Philipp, *Zeitschr. für Phys.*, 45, 1927, p. 512.

(3) A. Chrétien et E. Cornec, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 628.

de sodium. On sait que la connaissance de ces équilibres est à la base d'une étude scientifique de l'industrie du nitrate du Chili. Pour se rapprocher de la réalité, il est nécessaire de ne point faire abstraction du sulfate. La connaissance complète des phénomènes d'équilibre dans le système : eau, sulfate de sodium, nitrate de sodium, est de toute première importance pour l'étude du système quaternaire : eau, nitrate, sulfate, chlorure de sodium.

Nous nous sommes trouvé, en abordant ce travail, en présence de deux études partielles dont les résultats sont notoirement en désaccord :

1° Une table de solubilité publiée en 1908 par Jörgensen (1) indique les quantités de nitrate et de sulfate de sodium qui se dissolvent dans un litre d'eau entre 0° et 100°. Cette table ne met en évidence aucun sel double;

2° Un travail de Massink (1918) (2), limité à l'intervalle de température 10°-35°, signale trois sels doubles de formule :

$$SO^4Na^2, NO^3Na, H^2O; \quad 2\,SO^4Na^2, 3\,NO^3Na; \quad 4\,SO^4Na^2, 3\,NO^3Na.$$

Nous avons été amené à faire une étude complète du système dans tout l'intervalle de température accessible sous la pression atmosphérique, les résultats obtenus au-dessus de 35° n'ayant pas été ceux que l'examen du travail de Massink faisait prévoir.

Les phases solides ont été déterminées par différentes méthodes graphiques d'analyse indirecte, dont la méthode des restes. Le microscope polarisant nous a été très utile pour identifier ces phases.

Il résulte des nombreuses expériences effectuées qu'un sulfonitrate de sodium hydraté peut exister comme phase solide à toutes les températures comprises entre 13° et 74°. Sa composition correspond à la formule

$$SO^4Na^2, NO^3Na, H^2O.$$

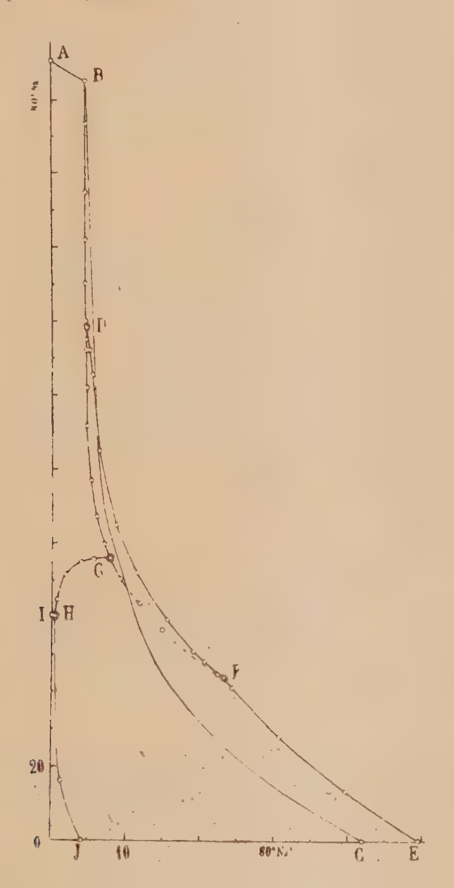
Ce sel double est identique à la darapskite, espèce naturelle trouvée au Chili. Aucun autre sel double ne s'est jamais formé au cours de nos expériences.

La surface de cristallisation est formée de cinq nappes. La projection orthogonale de cette surface sur le plan des concentrations donne la figure ci-contre (concentration pour 100g d'eau). Pour plus de clarté, seules les lignes correspondant aux solutions saturées de deux phases solides sont

(1) Voir *Caliche*, II, 5, 1924, p. 500.
(2) A. Massink, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, 92, 1918, p. 351.

représentées car les isothermes — qui se projettent en vraie grandeur — se coupent et l'ensemble est très confus.

La région du plan comprise entre les axes et les lignes d'ébullition des solutions saturées (AB et BC) représente le domaine des solutions; elle est partagée en cinq régions correspondant aux cinq solides possibles : nitrate (ABDGHI), sulfate anhydre (BCEFD), Darapskite (DFG), sel de Glauber (EFGHJ), glace (OIHJ).



On voit que la presque totalité de la nappe du sulfate anhydre recouvre partiellement la nappe du sel double et celle du sel de Glauber, donc la solubilité du sulfate anhydre dans une solution de nitrate diminue lorsque la température s'élève, comme dans l'eau pure, mais ce phénomène cesse de se produire pour les solutions riches en nitrate.

La solution saturée de nitrate et de sulfate anhydre, qui ne peut exister qu'au-dessus de 74° (ligne DB), garde une concentration en sulfate indé-

pendante de la température. Entre 74° et 120°,3 (température d'ébullition) la concentration du nitrate passe de 138,5 à 205,2, tandis que celle du sulfate reste égale à 4,60. La solubilité du sel de Glauber dans une solution saturée de nitrate (ligne GH) diminue, au contraire, rapidement avec la température; la concentration du sulfate tombe de 7,80 à 0,18 entre 13° et — 17°,8, température d'eutexie ternaire (phases solides : sel de Glauber, nitrate, glace; point H).

La température de transition du sulfate est abaissée, par additions successives de nitrate, de 32°,4 à 24°,3. A cette dernière température, une solution est saturée de trois solides : SO^4Na^2, $SO^4Na^2 10H^2O$, darapskite. Le point de transition est passé de E en F; la ligne EF correspond aux solutions en équilibre avec les deux sulfates.

Le système comporte deux autres équilibres en présence de trois solides :

NO^3Na, SO^4Na^2, Darapskite, température 74° (point D),
$SO^4Na^2.10H^2O$, NO^3Na, Darapskite, temp. 13° (point G).

Dans toutes les isothermes que nous avons déterminées, la branche du sel double et celle du sulfate anhydre se raccordent sans brisure bien visible.

La darapskite est toujours à solubilité *non congruente*. En présence d'une petite quantité d'eau, ce sel double se décompose en laissant un excès de sulfate de sodium solide.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur l'existence en Provence d'une ligne de rivage + 6^m^, du Quaternaire récent.* Note [1] de M. **H. Parent**, présentée par M. Ch. Barrois.

J'ai constaté, en de nombreux endroits du littoral provençal, la présence d'importants témoins d'une ligne de rivage d'altitude maximum $+6^m$, bien inférieure par conséquent au niveau Monastirien ($+15\text{-}20^m$); elle est caractérisée aussi bien par son altitude constante que par l'uniformité de sa composition : on trouve partout à cette hauteur un *grès extrêmement calcaire* en bancs épais de 3 à 6^m, surmontant un conglomérat variant de 1 à 2^m d'épaisseur; à ces couches gréseuses marines s'ajoutent en plusieurs points des formations éoliennes (dunes consolidées en grès), qui terminent ces appareils littoraux.

---

(1) Séance du 15 mars 1929.

Cette formation gréseuse a d'abord été étudiée à Bandol par Mlle J. Pfender ([1]); j'ai rangé au même niveau la partie inférieure des grès calcaires de la Pointe du Tuf, de Port-Cros et de l'anse des grottes, de l'île du Levant, qui avaient été classés par MM. Léger et Blanchet ([2]), d'après leur altitude + 30m, dans le Tyrrhénien, mais qui sont presque entièrement d'origine éolienne ([3]); (le dépôt marin n'y dépasse pas l'altitude + 5-6m).

Mlle J. Pfender ([4]) a classé la formation gréseuse de Bandol, d'après son altitude, à la partie supérieure du Quaternaire proprement dit = Quaternaire moyen; je suis arrivé l'an dernier à la même conclusion ([5]) pour les dépôts quaternaires marins des îles d'Hyères.

Depuis cette époque, au cours de nouvelles recherches, j'ai été amené à modifier cette interprétation. J'ai reconnu la ligne de rivage + 6m : sur la côte nord de l'île de Port-Cros (calanque de la Marma, anse au nord de la pointe du Moulin), sur la côte nord de l'île de Porquerolles (anse au sud-ouest de la pointe des Mèdes, pointe au sud de la batterie de Léquin), sur le littoral toulonnais (pointe entre Méjean et Magaud et à Saint-Elme, dans l'anse des Sablettes), dans la baie de Sanary (pointe de Sauviou), à l'ouest de Bandol (anse à l'est de l'île Rousse), dans la baie de La Ciotat (rivage au nord de la pointe Grenier, Madrague de Saint-Cyr).

J'ai constaté qu'en trois endroits de la côte provençale : à la Madrague de Saint-Cyr, à Sauviou et à Saint-Elme, la formation marine *recouvre* une terrasse fluviatile composée d'un cailloutis surmonté d'une épaisse couche de limon; ces alluvions visibles sur une épaisseur d'environ 3m ont leur base à 1-2m au-dessus du niveau actuel de la mer et appartiennent à la Basse Terrasse, de la fin du Quaternaire moyen.

La ligne de rivage + 6m daterait donc du début du Néolithique = Quaternaire récent.

On admet généralement que les lignes de rivage de la Méditerranée occidentale correspondent à quatre oscillations verticales principales, à som-

---

([1]) J. PFENDER, *Sur une formation quaternaire marine des côtes de Provence* (*B. S. G. F.*, 4e série, 24, 1924, p. 193-197).

([2]) L. LÉGER et F. BLANCHET, *Sur l'existence de plages fossiles aux îles d'Hyères* (*Travaux du Lab. d'Hydrobiologie et de Pisciculture de l'Université de Grenoble*, XII, 19, 1927, p. 126 à 138).

([3]) H. PARENT, *Une formation éolienne fossilifère à Port-Cros* (*îles d'Hyères*) (*B. S. G. F.*, 4e série, 28, 1928) (sous presse).

([4]) J. PFENDER, *op. cit.*

([5]) H. PARENT, *op. cit.*

mets d'altitudes décroissantes : 90^m, 55^m, 30^m, 15^m ([1]), allant du Quaternaire ancien = Pliocène supérieur, au milieu du Quaternaire moyen = Quaternaire proprement dit. Il convient d'y ajouter une cinquième ligne de rivage, que nous venons de décrire, ligne de rivage + 6^m, datant du Quaternaire récent = Néolithique. On peut désigner ce niveau, par suite de sa fréquence le long des côtes de Provence, sous le nom de *niveau provençal.*

Il nous est donné de fixer par cette étude la date approximative de la séparation des îles d'Hyères du continent et de la réalisation du littoral provençal actuel : 1° par l'indication de l'absence en Provence des différents niveaux de 15 à 90^m qui commencent à s'étager graduellement vers l'Est à partir de l'Estérel et dont les termes supérieurs n'apparaissent que sur le littoral niçois; 2° par la présence en Provence du niveau unique + 6^m, qui s'observe à la fois sur les côtes méridionales et septentrionales des îles de Port-Cros et de Porquerolles, ainsi que sur le rivage continental situé en face de ces îles. Il faut donc placer cette date un peu avant l'établissement de la ligne de rivage + 6^m (du début du Néolithique), c'est-à-dire vers la fin du Quaternaire moyen.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'origine des poussières tombées en Pologne du 26 au 29 avril 1928.* Note ([2]) de MM. **Henryk Arctowski** et **Edward Stenz.**

L'année dernière, nous avons communiqué à l'Académie ([3]) certaines informations sur la remarquable chute de poussière, observée dans le midi de la Pologne du 26 au 29 avril 1928, et sur la nature de cette poussière en particulier. Il y a lieu d'ajouter que nous devions les résultats de l'analyse des poussières à M. Tokarski.

Au sujet de la question de l'origine des poussières, se basant sur les résultats de son analyse, M. Tokarski a déduit la conclusion qu'il s'agissait d'une matière terreuse et que dans sa composition elle présente une analogie avec certains sols des environs de Saratov (*Kosmos*, série B, 53, III, Lwow, 1928).

Peu après, l'examen des cartes synoptiques, ainsi que les maigres informations télégraphiques concernant l'ouragan observé le 25 dans la région

([1]) C. Depéret, *Les anciennes lignes de rivage de la côte française de la Méditerranée* (*B. S. G. F.*, 4e série, 6, 1906, p. 207-230).

([2]) Séance du 2 avril 1929.

([3]) H. Arctowski et E. Stenz, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1639 et 1858.

au nord de la mer d'Azof, nous avaient forcé de supposer que le vrai lieu d'origine des poussières devait être cherché dans l'Ukraine centrale. Cette supposition se trouve entièrement confirmée à présent par les informations parues dans le périodique astronomique russe *Mirovièdiènye* (17, 1928, p. 317-319. Voir aussi E. Stenz, *Meteor. Zeitschr.*, iv, 1929). Parmi les faits indiqués notons que : à la station Dolinskaya (district de Krivoy Rog) les poussières et les sables chassés par le vent le 26 avril produisirent de petites dunes de 50^{cm} de hauteur et que la lumière du jour était notablement affaiblie. Dans la station Alexandrovsk l'obscurité était telle qu'à 10^{h} du matin il a fallu allumer les lampes. M. Pachtchenko écrit de Solenoye (district de Dniepropietrovsk) que là l'ouragan transportait de grandes masses de poussière de terre emportée de la surface du sol, que les toitures étaient arrachées des chaumières par le vent et que les champs récemment labourés furent transformés dans la désolation d'un paysage de dunes. Là on observa également de fortes décharges électriques.

A Rubanovka (district de Mélitopol) le 26 à partir de $9^{h}30^{m}$ il a fallu allumer les lampes faute de lumière du jour. La respiration était difficile à cause de la poussière et là le dépôt des poussières forma une couche de 35 à 40^{cm} d'épaisseur. Ailleurs, par contre, le sol labouré et les semences étaient complètement enlevées.

Les renseignements fournis par le correspondant du district de Mélitopol, du journal *Krasnaya Gaziéta*, permettent de se rendre encore mieux compte de la catastrophe. Vers 10^{h} du matin, alors que la fureur de l'ouragan était à son maximum, on observa des trombes atmosphériques anéantissant tout sur leur passage; peu après survint un orage avec une pluie battante boueuse. De plus le phénomène, si rare, du feu de Saint-Elme était très intense. Ces phénomènes produisirent sur la population l'impression de la fin du monde.

Ces citations suffisent pour ne laisser aucun doute que l'Ukraine était le lieu d'origine des poussières tombées en Roumanie et en Pologne, à l'état sec ou sous forme de pluie boueuse, produisant en même temps l'obscurcissement de la lumière du jour et des phénomènes optiques particuliers.

Il est intéressant de noter que, pour autant que l'analyse chimique de la poussière et son examen pétrographique ont permis à M. Tokarski de décider de suite sa nature terrigène, excluant l'hypothèse d'une origine volcanique, une étude minéralogique même très détaillée, publiée récemment par M. S. Kreutz (*Ann. de la Soc. Géol. de Pologne*, 5, Cracovie, 1928), ne permet pas de localiser d'une façon précise le lieu d'origine des poussières.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude actinométrique de la pénétration du flux énergétique solaire à l'intérieur de quelques glaciers pyrénéens.* Note de M. **Joseph Devaux**, présentée par M. Ch. Fabry.

But. — Dans une précédente Note, j'ai dit que les valeurs relativement faibles, trouvées pour le facteur d'absorption de la surface des glaciers, devaient, avant tout, être attribuées à l'altération superficielle de ces glaciers.

Pour préciser le rôle des radiations solaires dans cette altération, j'ai tenté de déceler et de mesurer ce rayonnement à différentes profondeurs.

Appareil. — L'actinomètre, que j'ai construit dans ce but, est constitué de sept couples thermo-électriques linéaires, en série, placés dans un tube en verre de 7^{mm} de diamètre; les soudures paires forment une petite lame noircie, exposée au rayonnement qui traverse le verre; les soudures impaires sont pratiquement à l'abri de ce rayonnement. L'appareil était relié, par deux fils souples, à un galvanomètre à cadran de Chauvin et Arnoux, placé sur une marche taillée dans la glace. J'enfonçais cet actinomètre dans un trou creusé dans la glace à l'aide d'une vrille de 1^m de long; l'appareil étant plongé dans l'eau, qui remplissait le trou, son enveloppe en verre était pratiquement maintenue à 0° : c'est pourquoi le principe même de l'appareil me paraît assez satisfaisant.

Définition. — Soit un élément de surface ds de position quelconque, situé à la profondeur l dans la masse du glacier. Cet élément est traversé dans un sens par un flux $d\varphi_1$ et dans l'autre sens par un flux $d\varphi_2$. J'appelle $\frac{d\varphi_1 + d\varphi_2}{ds}$ l'éclairement total intérieur du glacier pour l'élément considéré. Si E est l'éclairement énergétique superficiel, primaire solaire et secondaire céleste, et e l'éclairement énergétique secondaire total pour l'élément ds, j'appelle $T = \frac{e}{E}$ le *facteur d'affaiblissement global pour la profondeur l* et pour l'orientation choisie pour ds. Dans les circonstances où j'ai fait les mesures, on peut admettre que la composition du flux E ne variait pas beaucoup d'une mesure à l'autre.

Résultats. — J'ai pu mesurer approximativement les valeurs de e jusqu'à près de 1^m de profondeur.

J'ai constaté que la déviation du galvanomètre ne changeait pratiquement pas, quand je faisais tourner l'actinomètre autour de son axe. J'en conclus que *la valeur de* T *est indépendante de l'orientation de ds*. D'ailleurs, pour comparer entre eux les résultats obtenus pour les divers glaciers, on peut, je crois, admettre que T est également indépendant de l'incidence des

radiations solaires (on pourrait dire que ces glaciers sont « intérieurement orthotropes » pour le flux énergétique solaire).

En mesurant T à diverses profondeurs l, j'ai constaté que les courbes logarithmiques $\tau = -\log_{10} T = f(l)$ peuvent, en première approximation, *être assimilées à des droites* Δ *à partir de* $l = 5^{cm}$. J'ai été conduit à penser que la pente k des droites Δ dépendait *surtout* de la nature de la glace bulleuse considérée et peu de l'altération de la surface; c'est pourquoi j'appelle k le pouvoir d'affaiblissement dans la masse pour l'épaisseur 1. Je pense aussi que l'ordonnée τ_0, où Δ coupe l'axe des τ, dépend *surtout* de l'altération superficielle (τ_0 est très faible pour un glacier dont la surface est très peu altérée), c'est pourquoi j'appelle τ_0 le « pouvoir d'affaiblissement par transmission » de la surface altérée ou salie.

Voici les valeurs de k et de τ_0 pour les principales mesures. L'unité de longueur est le centimètre.

Glaciers.	Date.	k.	τ_0.
Glacier du Casque (Massif du Mont Perdu)..	15 juillet 1928	0,024	0,6
Glacier nord du Taillon » ..	6 août 1928	0,015	0,5
Glacier nord du Marboré »			
Affleurement supérieur Ouest..................	8 »	0,019	0,2
Affleurement supérieur Est....................	9 »	0,032	0,3
Affleurement inférieur central................	10 »	0,014	0,06
Glacier d'Ossoue (Massif du Vignemale) :			
Base extrême..................................	27 »	0,013	0,5
Premier plateau...............................	31 »	0,030	0,7

On voit que les pouvoirs d'affaiblissement sont relativement faibles. La plus forte valeur trouvée pour τ_0 est relative au premier plateau du glacier d'Ossoue, dont la surface était recouverte d'une couche de grêle. La plus faible valeur trouvée pour τ_0 est relative à la base du glacier nord du Marboré, dont je venais de débarrasser la surface des nombreux cailloux qui la recouvraient; cette surface, ainsi nettoyée, n'était presque pas altérée.

Conclusion. — Les radiations solaires pénètrent dans la masse des glaciers : lorsque la glace est à 0°, l'énergie absorbée est utilisée à produire une fusion partielle de la glace, surtout au voisinage de la surface, qui devient poreuse. J'ai montré que, lorsque la surface était ainsi altérée, le facteur d'affaiblissement T pour une profondeur déterminée, était bien plus grand que lorsque la surface n'était pas altérée.

Le processus même de la destruction des glaciers par les radiations solaires constitue une protection de leur surface contre lesdites radiations.

C'est pourquoi j'appelle ce phénomène la *défense radiothermique des glaciers*.

CRYPTOGAMIE. — *Sur le mécanisme de la séparation des périthèces chez des Érysiphacées et le rôle des fulcres.* Note [1] de M. **Yossifovitch Mladen**, présentée par M. L. Mangin.

P. W. Neger, seul, paraît avoir étudié méthodiquement le mécanisme de la séparation des périthèces chez des Érysiphacées et le rôles des fulcres [2]. Les conclusions de ce savant allemand sont admises par la plupart des auteurs. Après l'étude des périthèces d'*Uncinula spiralis* [3], *U. aceris*, *U. clandestina* (*U. bivoniæ*), *Microsphæra quercina*, *M. Berberidis*, *M. Loniceræ et de Podosphæra oxyacanthæ*, nous ne pouvons nous ranger à la manière de voir de Neger.

1. *Mécanisme de la séparation des périthèces.* — Les feuilles portant des périthèces complètement développés des espèces citées ont été desséchées : les unes au soleil, les autres à l'exsiccateur pendant 24 heures. Les périthèces que nous détachions ensuite de ces feuilles avaient leur partie inférieure plus ou moins concave. Dans ces conditions, ces conceptacles auraient dû, d'après Neger, être libérés des attaches mycéliennes et se séparer du substratum, même sous l'action d'une simple secousse.

Or, cela ne s'est pas produit. Bien au contraire, ces périthèces sont demeurés solidement fixés par des filaments mycéliens, quoique ceux-ci fussent desséchés. Et, de plus, ni par des secousses des plus brusques, ni par des courants d'air, produits par une pompe électrique, correspondant par leur puissance à des vents très violents, nous ne sommes arrivés à détacher ces conceptacles.

Ainsi, la concavité de la paroi inférieure des périthèces, bien qu'existant, n'a pas été suffisante pour rompre les liens qui attachaient ces conceptacles à leur mycélium. Des périthèces, que nous avions abandonnés dehors sous l'abri d'un simple toit ont résisté plus de 16 mois (du 13 septembre 1927 au 28 janvier 1929) à des vents de 24 et de 27^{m} de vitesse à la seconde, qui avaient soufflé à plusieurs reprises à Belgrade. Ces conceptacles n'avaient pas bougé bien qu'ils ne fussent attachés au substratum que par des filaments mycéliens morts.

---

(1) Séance du 25 mars 1929.

(2) F. W. Neger, *Ueber einige neue Gesichtspunkte zur Frage der praktischen Bekämpfung der schädligen Mehltaupilze* (*Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten*, 11, 1901, p. 207-212.)

(3) Yossifovitch, *Contribution à l'étude de l'Oïdium de la Vigne et de son traitement* (Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Toulouse, janvier 1923, p. 28-34).

Par conséquent, contrairement aux vues de Neger, le jeu de la diminution de la turgescence, provenant de la mort du mycélium nourricier, qui entraîne la concavité de la paroi inférieure du périthèce, ne produit pas la rupture des filaments mycéliens et n'a pas pour effet de déterminer le détachement des conceptables ascogènes des espèces étudiées.

D'autre part, les vents, même fort puissants, ne détachent pas les périthèces de leur support.

Au contraire, battus par des gouttes d'eau fournies par la pluie, un robinet, un pulvérisateur, les conceptacles sont plus ou moins rapidement détachés de leur mycélium, déplacés et entraînés hors des feuilles sur lesquelles ils avaient pris naissance. Les expériences faites aussi bien au laboratoire qu'en plein air nous ont montré que dans la nature la pluie seule est, d'une façon normale, capable de séparer les périthèces de leurs hyphes, et c'est par l'action mécanique de ses gouttes qu'elle agit.

2. *Rôle des fulcres.* — Chez les espèces étudiées les fulcres ne se sont pas révélés susceptibles de faciliter la dispersion des périthèces par le vent. Ces appendices ont une direction plus ou moins verticale. C'est leur position normale et qui ne change pas tant qu'ils restent à sec. Mais une fois mouillés par la pluie, la rosée ou autrement, cette direction primitive est modifiée. Exception doit être faite pour les fulcres de l'*U. aceris*. Chez toutes les autres espèces examinées, au contraire, lorsqu'on mouille les périthèces, leurs fulcres se recourbent en cercle autour d'eux, et, une fois l'eau évaporée, se collent au substratum auquel ils adhèrent fermement tant qu'ils ne sont pas de nouveau mouillés. Le même phénomène se produit également avec des périthèces de l'*U. aceris* détachés et renversés par la pluie. Les fulcres qui touchent le substratum s'y collent et, ainsi, fixent le conceptable après l'évaporation de l'eau. Ainsi, les vents n'ont pratiquement aucune action notable sur la dispersion des périthèces.

En somme, les fulcres, non seulement ne favorisent pas la dissémination des périthèces par le vent, comme l'a prétendu Neger, mais bien au contraire ils annulent cette dispersion anémophile. Aussi, nous paraît-il plus naturel de conclure que ces appendices sont des organes qui ont plutôt pour rôle de maintenir les périthèces, formes de conservation du champignon, le plus près possible de la plante hôte et de placer au printemps les ascopores à proximité du végétal nourricier.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Rôle du cytoplasme dans l'amylogénèse.* Note de M. A. MAIGE, présentée par M. Marin Molliard.

J'ai fait remarquer [1] « qu'il existe une liaison intime entre l'activité locale amylogène des plastes et la physiologie du reste de la cellule (comme le prouve d'ailleurs le fait que l'on n'est jamais parvenu à faire produire de l'amidon à un plaste en dehors de la cellule vivante) », et j'en tirais cette conclusion « qu'il n'est pas possible dans une conception saine de la fonction amylogène de confiner en quelque sorte artificiellement cette fonction uniquement dans les plastes, mais qu'il est nécessaire de regarder l'activité physiologique de ces corpuscules comme solidaire de celle de tout le reste de la cellule ». J'ajoutais enfin que l'on ne pouvait actuellement apporter de précisions sur la forme sous laquelle intervenait la partie non plastidale du protoplasme. J'ai tenté d'éclaircir quelque peu ce problème.

L'action du protoplasme non plastidal sur la fonction amylogène du plaste est clairement prouvée par l'étude du passage de la période de synthèse à la période d'hydrolyse dans les cotylédons de Légumineuses évoluant dans le fruit. J'ai montré en effet, antérieurement, que les plastes amylifères tardifs, de forme sphérique, que renferment leurs cellules et qui apparaissent vers la fin de la synthèse, ont une excitabilité amylogène plus accusée que les gros plastes ovoïdes primitifs, et que, parmi eux, les plastes petits ou moyens sont les plus excitables. Or le passage à l'hydrolyse se fait, comme on peut l'observer, en même temps pour tous les plastes.

Cette évolution simultanée de plastes, dont le stroma présente des différences d'excitabilité amylogène, ne peut être causée par une variation lente du taux de sucre, car le passage des divers plastes à l'hydrolyse devrait être alors successif, elle ne peut s'expliquer que par une variation générale des écorces plastidales défavorable à l'activité physiologique des plastes, et cette variation d'ensemble ne peut se comprendre que comme le résultat d'une modification correspondante du milieu dans lequel ils sont plongés, c'est-à-dire du cytoplasme non plastidal. J'ai d'ailleurs montré antérieure-

[1] A. MAIGE, *Remarques au sujet de l'intérêt physiologique des variations du seuil de condensation amylogène dans les cellules végétales* (*C. R. Soc. Biol.*, **92**, 1924, p. 365.

ment que cette évolution des plastes se traduit par une déchéance physiologique passagère ou définitive de leur stroma, de sorte que la variation du protoplasme non plastidal qui la détermine, doit être considérée comme agissant essentiellement sur le métabolisme vital du plaste.

Le cytoplasme non plastidal peut donc agir indirectement sur le phénomène de l'amylogénèse en influençant défavorablement le métabolisme vital du plaste, mais il peut aussi exercer une action différente et plus immédiate.

J'ai montré antérieurement que l'état uniloculaire et l'état pluriloculaire des plastes correspondaient à des états d'équilibre physico-chimique différents de la substance plastidale. Or il est à remarquer que le passage de l'état uniloculaire à l'état pluriloculaire s'effectue très fréquemment simultanément pour les plastes de la cellule, aussi bien pour les plastes non amylifères qui n'ont pas encore fonctionné, que pour les plastes amylifères qui, ayant déjà produit de l'amidon, ont acquis une constitution physiologique différente. C'est ce que l'on peut observer dans la germination des cotylédons frais de Légumineuses, dans mes expériences antérieures sur l'action d'une solution de glucose à 5 pour 100 sur des axes embryonnaires secs de Haricot, dans l'évolution amylifère des cellules de rejets de pomme de terre verdissants, etc. Cette évolution identique et simultanée de plastes physiologiquement distincts ne peut s'expliquer que comme le résultat d'une variation concomitante du cytoplasme non plastidal, et l'on est conduit ainsi à regarder celui-ci comme exerçant sur la constitution du plaste une influence susceptible de déterminer dans ce dernier les états physico-chimiques correspondant soit à la réaction uniloculaire, soit à la réaction pluriloculaire. Comme cette dernière exige pour se déclencher un taux de sucre inférieur à la première ou une excitabilité de la cellule plus basse, on voit que la cellule pourra, après avoir accumulé de l'amidon pendant un certain temps sous forme uniloculaire, continuer à en accumuler sous forme pluriloculaire en même temps que son excitabilité amylogène s'abaissera. C'est évidemment la suite de phénomènes qui se passe dans mes expériences antérieures, que j'ai rappelées plus haut, sur l'influence d'une solution de glucose à 5 pour 100 sur un axe embryonnaire sec de Haricot.

En résumé le cytoplasme non plastidal est susceptible par ses variations physico-chimiques d'exercer sur le phénomène de l'amylogénèse une action :

1° Défavorable, en agissant d'une manière nocive, sur l'activité physiologique vitale du plaste ;

2° Favorable, en déterminant une modification physico-chimique du stroma plastidal correspondant pour ce stroma à la réaction pluriloculaire qui exige pour l'amylogénèse un taux de sucre moins élevé ou une excitabilité amylogène moindre.

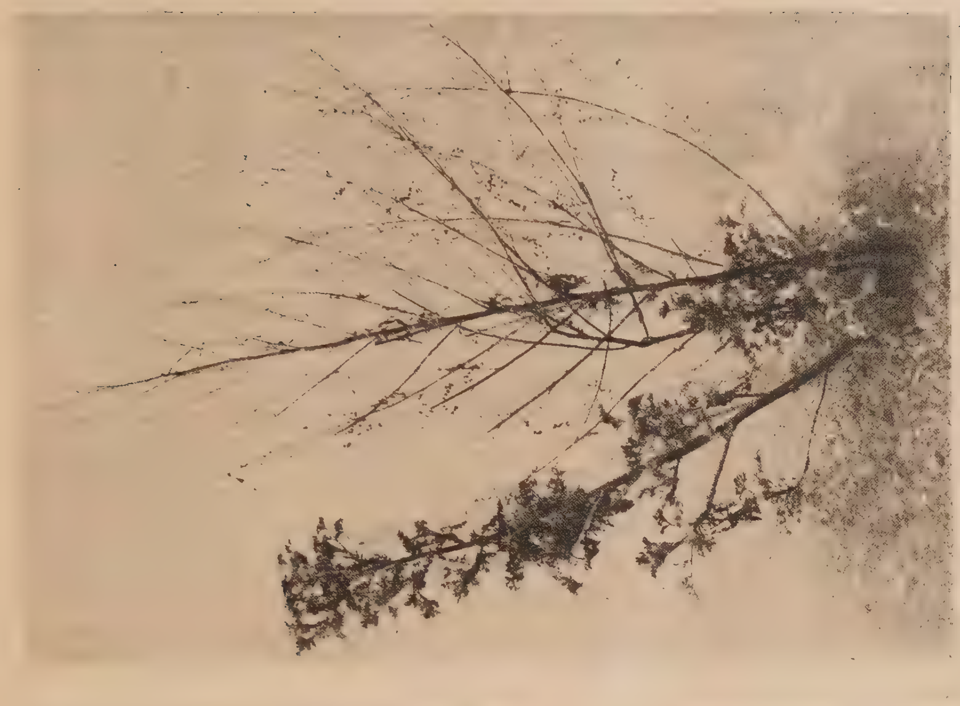
BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Résistance au froid des descendants de l'*Artemisia Absinthium *greffée sur le* Chrysanthemum frutescens. Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Depuis longtemps, l'on a signalé des cas d'augmentation de la résistance au froid à la suite de greffages appropriés chez le Néflier du Japon, le Pistachier, le Chêne, l'Oranger, etc. Personne ne s'était demandé si ce supplément de rusticité se retrouvait aussi chez les descendants des associés, en un mot s'il y avait ou non hérédité de ce caractère acquis.

Il y a 26 ans déjà ([1]), je montrais que, en greffant sur des boutures racinées jeunes du *Chrysanthemum frutescens* des pousses également jeunes d'Absinthe et d'autres Composées radiées voisines à appareil aérien annuel, celui-ci devenait persistant et vivait trois à quatre ans sur son support. Des modifications des feuilles et des tiges accompagnaient cette augmentation de la durée de la vie. Poursuivant mes études sur l'influence de l'hypobiote sur la postérité de l'épibiote, je semai des graines d'Absinthe récoltées sur des tiges âgées de trois ans. J'obtins des jeunes plantes très différentes à la fois comme feuillage, développement des tiges et rythmes de végétation ([2]). Les unes fournirent un appareil aérien annuel comme chez les témoins; les autres des tiges bisannuelles, mourant après la première floraison ; d'autres fleurirent la deuxième année et persistèrent quatre ans; d'autres enfin présentèrent des tiges annuelles et des tiges bisannuelles ou vivaces, montrant ainsi que l'action de la symbiose s'exerçait de façon inégale sur l'espèce, sur les individus et même parfois sur les parties d'un même individu. Ayant bouturé des éclats de ces trois types nouveaux, j'ai constaté qu'ils conservaient leurs caractères tandis que leur greffage introduisait de nouvelles variations.

([1]) Lucien Daniel, *La théorie des Capacités fonctionnelles*, p. 247, Rennes, 1902.

([2]) Lucien Daniel, *L'hérédité de l'Absinthe greffée sur* Chrysanthemum frutescens (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1064, et *Recherches sur l'hérédité des symbiomorphoses* (*Revue bretonne de Botanique*, 23, 1, 1928, p. 50).



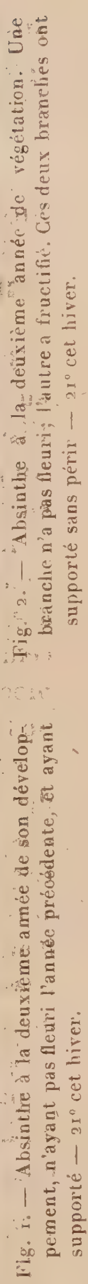


Fig. 1. — Absinthe à la deuxième année de son développement, n'ayant pas fleuri l'année précédente, et ayant supporté — 21° cet hiver.

Fig. 2. — Absinthe à la deuxième année de végétation. Une branche n'a pas fleuri; l'autre a fructifié. Ces deux branches ont supporté sans périr — 21° cet hiver.

L'hiver très rigoureux que nous venons de subir m'a permis de faire une expérience inattendue sur la rusticité relative de mes variétés nouvelles par rapport aux témoins. A Rennes, à un moment donné, le thermomètre a enregistré un froid de — 21°. Nombre d'espèces acclimatées qui passent normalement nos hivers en pleine terre sans souffrir comme l'*Evonymus japonicus*, le *Prunus Laurocerasus*, etc., ont été gelées en partie ou en totalité; même une espèce indigène rustique, l'*Ulex europœus*, a eu son appareil aérien détruit presque partout dans notre contrée.

Mes Absinthes ont naturellement perdu leurs feuilles cet hiver, mais leurs tiges ont résisté et, au début d'avril, toutes ont donné de nouvelles pousses feuillées comme le montrent les photographies ci-dessus. La figure 1 représente un exemplaire dont l'appareil aérien à sa deuxième année de développement n'a pas encore fleuri; la figure 2, un type portant à la fois des rameaux ayant fleuri l'an dernier et des rameaux qui fleuriront seulement cette année. Dans les deux cas, tout l'appareil végétatif aérien, normalement annuel, est devenu persistant puisque même les tiges qui ont fleuri fournissent des pousses nouvelles au-dessous de leur inflorescence desséchée.

M. Mangin a eu l'occasion d'examiner ces échantillons et il a trouvé le fait très intéressant. Il montre que l'influence symbiotique s'exerce à la fois sur l'Absinthe épibiote et sur sa descendance. Il y a, chez celle-ci, héritage d'un nouveau caractère acquis, c'est-à-dire de l'augmentation de rusticité de l'appareil aérien à la suite de son greffage, concurremment avec des changements du rythme de végétation. Ces faits permettent d'envisager une extension de l'aire d'acclimatation de l'Absinthe et probablement aussi d'autres espèces qui souffrent ou meurent sous notre climat par les froids rigoureux.

AGRONOMIE. — *Le diagnostic foliaire et son degré de sécurité*. Note [1] de MM. **H. Lagatu** et **L. Maume**, présentée par M. P. Viala.

Nous appelons *diagnostic foliaire à un instant donné* l'état chimique, à l'instant considéré, d'une feuille prise en place convenablement choisie; le *diagnotic foliaire annuel* est constitué par la série des états chimiques de cette feuille relevés par l'analyse à diverses époques réparties sur tout le cycle végétatif.

---

[1] Séance du 18 mars 1929.

La question se pose de savoir si, dans le cas d'un sol portant une culture d'apparence homogène, on trouve le même diagnostic foliaire en tous points de la surface de ce sol. A la vérité, la nature ne nous présente guère ni sols ni cultures absolument homogènes. Toutefois on doit bien admettre que des végétaux pratiquement pareils à un moment donné se sont développés dans des conditions de milieu et en particulier d'alimentation pratiquement identiques. Si le diagnostic foliaire est, comme nous le pensons, un test fidèle et sensible du mode d'alimentation, nous devons donc le trouver pratiquement identique en tous points de la culture préjugée homogène.

Pour établir expérimentalement ce fait essentiel, nous avons déterminé le diagnostic foliaire (azote, potasse, acide phosphorique), à mêmes dates, en des points suffisamment distants d'une même culture, de vigne d'une part, de pomme de terre d'autre part. L'analyse a porté pour la vigne sur l'ensemble des deux premières feuilles au-dessus de l'empattement des rameaux fructifères, et pour la pomme de terre sur l'ensemble des deux premières feuilles qui suivent la feuille caduque située tout à fait à la base des rameaux aériens. Les échantillons ont été pris tout venant sur chaque surface désignée.

POUR 100 DE MATIÈRE SÈCHE DE LA FEUILLE. ANNÉE 1928.

	N.	K^2O.	P^2O^5.	N.	K^2O.	P^2O^5.	N.	K^2O.	P^2O^5.	N.	K^2O.	P^2O^5.	N.	K^2O.	P^2O^5.
Vigne. Aramon. Coteau. — Pinet (Hérault).															
	15 mai.			15 juin.			17 juillet.								
Ech. nº 1...	3,20	1,54	0,71	1,99	1,12	0,45	1,88	0,89	0,34						
Éch. nº 2...	3,23	1,47	0,68	2,07	1,17	0,45	1,91	0,97	0,32						
Éch. nº 3..	3,41	1.49	0,73	2,02	1.19	0,48	1,90	1,01	0,32						
Vigne. Aramon. Plaine. — Montpellier (Pont-Trinquat).															
	11 mai.			16 juin.			13 juillet.			11 août.					
Ech. nº 1...	3,03	1,96	1,02	2,48	1,47	0,59	2,10	1,41	0,41	1,65	1,11	0,42			
Éch. nº 2...	3,00	1,94	1,04	2,40	1,32	0,56	2,04	1,52	0,51	1,68	1,19	0,40			
Pomme de terre (Early rose). — Montpellier (Ecole d'Agriculture).															
a. Sans engrais.															
	2 mai.			22 mai.			2 juin.			11 juin.			19 juin.		
Parc. nº 1...	3,45	5,60	0,88	2,56	4,61	0,77	2,22	4,72	1,04	1,98	4,62	0,82	1,92	5,01	0,87
Parc. nº 11..	3,20	5,34	0,86	2,57	4,82	0,85	2,17	4,48	0,92	1,86	4.21	0,97	1,85	4,77	0,90
b. Avec sulfate d'ammoniaque.															
Parc. nº 8...	4,35	5,35	0,63	3,30	4.89	0,54	2,60	4,62	0.85	2,28	3,60	0,38	2,34	3,55	0,37
Parc. nº 18.	4,35	4,80	0,62	3,11	4,90	0,51	2,80	3,81	0.79	2,52	3,66	0.39	2,55	3,81	0,38

Éch. = Échantillon. — Parc. = Parcelle.

La traduction graphique de tous ces résultats fait naître la conviction que les différences observées entre échantillons d'une même culture sont négligeables devant les différences entre cultures différentes d'un même végétal. Le diagnostic foliaire présente donc une sécurité suffisante, et l'on peut admettre que, s'il présente des différences tant soit peu notables, elles doivent être attribuées à des modes d'alimentation différents.

Une telle démonstration, que nous avons fondée sur de plus nombreux exemples, est indispensable pour légitimer la méthode. Il faut en effet choisir entre les deux hypothèses suivantes :

1° Ou bien, *assuré* de la parfaite identité des facteurs du développement de deux échantillons, on trouve des diagnostics foliaires différents; *assuré* du taux d'absorption d'un aliment, on trouve dans la feuille un taux différent : et alors la méthode, infidèle, doit être abandonnée;

2° Ou bien toute différence, relevée sur des végétaux supposés identiques au début, est attribuée à une hétérogénéité du milieu et l'on se croit en droit d'admettre que le diagnostic foliaire révèle toujours le mode d'alimentation du végétal, même si l'on avait cru réaliser des influences inverses : et alors nous sommes en possession d'une méthode de contrôle susceptible de signaler des actions physiologiques autres que celles sur lesquelles nous pensions pouvoir compter; contrôle qui, rectifiant à l'occasion des vues inexactes, pourra être la source de perfectionnements dans la pratique agricole.

La présente Note et toutes nos observations antérieures ([1]), corroborées par le développement et le rendement des plantes, montrent que la vérité réside dans cette seconde hypothèse.

ZOOLOGIE. — *Propriétés des sécrétions cutanées de quelques rainettes des environs de Rio de Janeiro.* Note de M. **J. Vellard**, présentée par M. Caullery.

Les *Hylidæ*, ou rainettes, sont généralement dépourvues de glandes cutanées volumineuses et leurs téguments sont lisses ou simplement granuleux : quelques espèces du genre *Phyllomedusa* font exception et possèdent des parotoïdes analogues à celles des crapauds. Les propriétés de la

([1]) *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 932; **180**, 1925, p. 1179; **182**, 1926, p. 653; **184**, 1927, p. 229. *Acad. d'Agriculture*, **13**, 6 avril 1927, p. 437, 18 mai 1927, p. 548; **14**, 13 juin 1928, p. 762. Etc.

sécrétion cutanée des *Hylidæ* n'ont été étudiées jusqu'ici que chez la rainette verte d'Europe. Continuant des recherches antérieures sur les venins des batraciens du Brésil, j'ai examiné à ce point de vue cinq rainettes des environs de Rio de Janeiro : *Hyla faber* Wied, *Hyla albomarginata* Spix, *Hyla crospedopsila* Lutz, dont les téguments dorsaux sont lisses; *Trachycephalus nigromaculatus* Tschudi, dont la surface dorsale granuleuse est parsemée de très nombreuses petites glandes acineuses simples, à granulations éosinophiles et sans canal excréteur différencié, et *Phyllomedusa burmeisteri* Blgr., dont les parotoïdes sont bien développées.

La sécrétion cutanée des quatre premières espèces s'obtient facilement par agitation de ces animaux dans un peu d'eau distillée ou de solution physiologique de NaCl; le venin de *Phyllomedusa* peut être recueilli directement en comprimant les parotoïdes avec une pince.

Les solutions ainsi obtenues sont très complexes, riches en mucus, opalescentes et, à l'exception de celle de *Phyllomedusa*, coagulent par la chaleur, l'alcool et les acides forts. Celles de *Tr. nigromaculatus* et de *Phyllomedusa* sont légèrement acides (pH = 6,9 et 6,7); toutes deux donnent la réaction du biuret et la xanthoprotéique, mais non les réactions de Millon, de la ninhydrine et du ferrocyanure de K en liqueur acétique, ni celles propres au venin du *Bufo marinus* (molybdate d'ammonium + SO^4H^2, Liebermann, sulfate de Fe, acide azotique); seule, celle de *Phyllomedusa* donne un léger anneau bleu vert avec SO^4H^2.

Les sécrétions cutanées de *H. faber* et de *H. crospedopsila* se sont montrées complètement atoxiques; celle de *H. albomarginata* détermine chez le pigeon des contractions généralisées avec opisthotonos, mais les animaux se rétablissent habituellement. Au contraire, la sécrétion cutanée des deux autres rainettes est très toxique.

Celle de *Tr. nigromaculatus* agit surtout sur les centres bulbaires (bradypnée énorme, presque immédiate et parfois syncope respiratoire rapide; bradycardie considérable, avec arythmie et dissociation auriculo-ventriculaire complète); ensuite, apparaît une paralysie flasque, à début postérieur, avec abolition de la sensibilité et des réflexes; le cœur s'arrête toujours après la respiration. A l'autopsie, prédominent des lésions d'œdème hémorragique des poumons et des lésions cardiaques (hémorragies sous-endothéliales et dans l'épaisseur du muscle cardiaque). Les mammifères, oiseaux, batraciens et reptiles sont également sensibles à ce venin, mais la difficulté de doser les solutions employées ne permet pas d'établir des doses minima mortelles (D. M. M.) exactes.

Le venin parotoïdien de *Ph. burmeisteri* possède les mêmes propriétés que la sécrétion cutanée totale de cette rainette; son action se distingue de celle du venin précédent par une phase initiale de contractures générales et de convulsions toniques très violentes avec hyperesthésie, opisthotonos et spasmes de la musculature intestinale et vésicale; la paralysie flasque avec anesthésie survient ensuite; on observe également une bradypnée précoce avec bradycardie, remplacée bientôt par une tachycardie intense avec extra-systoles nombreuses et finalement fibrillation ventriculaire. A l'autopsie, existent des hémorragies disséminées dans tous les viscères. Les D. M. M. suivantes ont été établies : par voie veineuse : pigeon, $0^{mg},15$; chien (6-8^{kg}), $1^{mg},8$; lapin (1500^{g}), $0^{mg},5$; par voie intramusculaire : pigeon, 3^{mg}; cobaye (de 400^{g}), 4^{mg}; par voie gastrique, pour la *Lachesis jararaca* (ophidien), $0^{mg},5$ (venin parotoïdien desséché à l'étuve et redissous dans une solution de NaCl à 8 pour 1000).

L'injection intrarachidienne est beaucoup plus sévère que celle par les autres voies et détermine, avec les deux venins précédents, un syndrome typique de section transversale de la moelle (paralysie flasque postérieure et rigidité antérieure); ces lésions sont définitives et les animaux succombent plus ou moins rapidement, par suite de paralysies viscérales. Ces deux venins, par voie gastrique, provoquent des symptômes identiques à ceux observés par voie parentale; par injection sous-cutanée, ils occasionnent un fort œdème local, hémorragique (*Trachycephalus*), ou suivi de nécrose blanche et d'escharre (*Phyllomedusa*); l'application sur le globe oculaire est suivie de conjonctivite, œdème palpébral et d'ulcérations de la cornée. Ces deux venins sont fortement hémolytiques et celui de *Phyllomedusa* est anticoagulant *in vitro* : les variations d'activité hémolytique des solutions accompagnent celles de la toxicité. Tandis que le venin de *Trachycephalus*, chauffé 30 minutes à 45°, perd presque toutes ses propriétés, celui de *Phyllomedusa* n'est que légèrement atténué après 15 minutes d'ébullition. Ils paraissent dépourvus de propriétés antigéniques, les animaux d'expérience (chiens, lapins) succombant rapidement à l'injection répétée de petites doses de venin, sans que leur sérum présente des anticorps fixateurs ou antitoxiques.

Ces résultats, avec ce que l'on savait déjà de la toxicité de la rainette verte d'Europe, montrent que la fonction venimeuse est aussi fréquente dans le groupe des *Hylidæ* que chez les autres anoures, et qu'elle s'y présente avec des caractères très variables suivant les espèces.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *Sur le ferment producteur d'acide allantoïque par hydratation de l'allantoïne. Sa présence dans le règne animal* (1). Note (2) de MM. **R. Fosse** et **A. Brunel**, présentée par M. Émile Roux.

1. *Transformation de l'allantoïne en acide allantoïque par l'action du Soja et de divers Phaseolus, avec et sans carbonate de calcium ou d'ammonium.* — Tandis qu'en présence de ces sels la réaction

$$\begin{matrix} NH^2.CO.NH - CH - NH \\ \quad\quad\quad\quad CO - NH \end{matrix} \!\!> CO + H^2O = \begin{matrix} NH^2.CO.NH - CH - NH.CO.NH^2 \\ COOH \end{matrix}$$

peut devenir totale, en leur absence elle est, au contraire, très limitée.

Expériences. — On place dans un bain à 40°, pendant des laps de temps croissants :

	E_1.	E_2.	E_3.	T_1.	T_2.	T_3.
Allantoïne à $\frac{1}{1000}$	100^{cm^3}	100^{cm^3}	100^{cm^3}	100^{cm^3}	100^{cm^3}	100^{cm^3}
Graine finement broyée...	1^g	1^g	1^g	0^g	0^g	0^g
Même graine portée à 100°.	0	0	0	1	1	1
Carbonate de calcium....	0	–	0	0	–	0
Carbonate d'ammonium...	0	0	1	0	0	1
Chloroforme (gouttes)....	20	20	20	20	20	20

A 5^{cm^3} de liquide filtré ajouter HClN pour amener le titre à N/10 ; chauffer 30 minutes à 60° ; alcaliniser ; déféquer par de l'iodomercurate ; appliquer au filtrat la méthode de dosage pondéral de l'urée dans le sang. Les milieux E_1, E_2, E_3 donnent un précipité de xanthylurée que l'on recueille après 4 heures de condensation, les témoins T_1, T_2, T_3 restent limpides. Les graphiques I, II, III et IV résument les résultats obtenus.

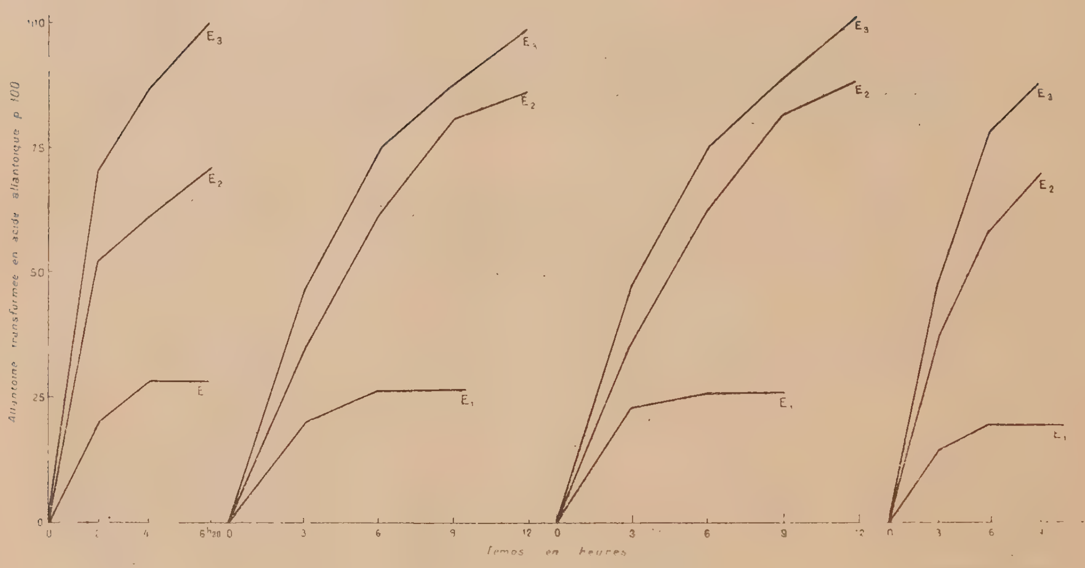
2. *Les végétaux ne sont pas les seuls êtres vivants capables de transformer l'allantoïne en acide allantoïque, cette faculté appartient aussi à certains animaux.* — Przylecki (3) trouve chez la grenouille une oxydase l'allantoïnase qui scinderait l'allantoïne en trois corps : ammoniac, urée et acide oxalique.

---

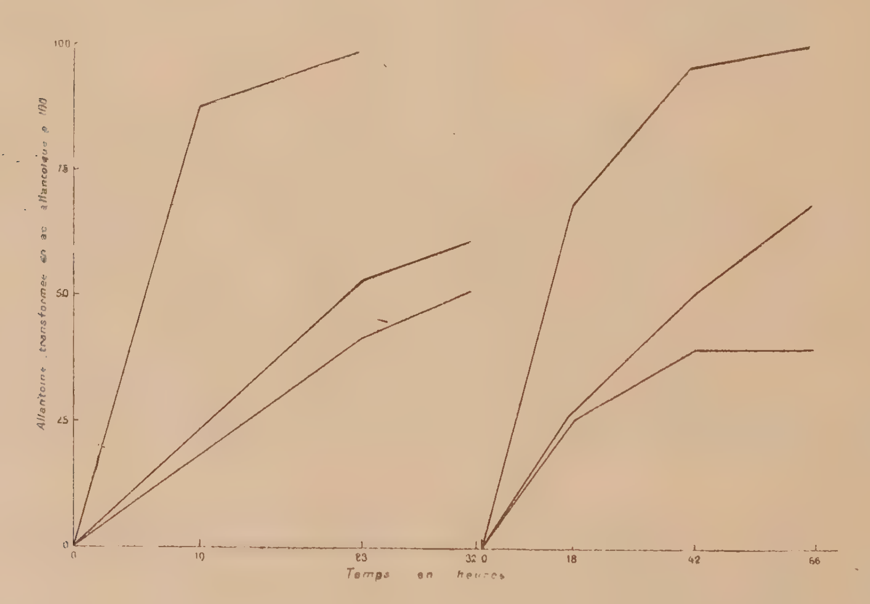
(1) R. Fosse et A. Brunel. *Un nouveau ferment* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 42).

(2) Séance du 2 avril 1929.

(3) St. J. Przylecki, *Archives internat. Physiol.*, 24, 1925, p. 317. — Oppenheimer, *Die Fermente und ihre Wirkungen*, 2, 1926, p. 1735.



I. *Soja hispida.* II. *Phaseolus vulgaris.* (Haricot flageolet.) III. *Phaseolus vulgaris.* (Pois de sucre.) IV. *Phaseolus lunatus.*



V. *Rana viridis.* (Grenouille.) VI. *Clupea harengus.* (Hareng.)

Démonstration de la transformation de l'allantoïne en acide allantoïque par l'extrait glycériné de grenouille. — A. Après 30 minutes à 40°, le mélange, extrait allantoïne, développe la réaction colorée glyoxylique de l'acide allantoïque.

B. *Identification de l'acide allantoïque ainsi formé.* — Micro-Dumas :

	N pour 100.
Trouvé	10,34
Calculé pour $[O(C^6H^4)^2 CH.NH.CO.NH]^2 CH.COOH$	10,44

C. *Dosage de l'acide allantoïque.* — En opérant comme dans les expériences décrites pour les végétaux, on voit (graphique V) qu'après 23 heures à 40°, en présence de carbonate d'ammonium, 97g,6 pour 100 de l'allantoïne se trouvent transformés en acide allantoïque.

3. Les mêmes méthodes démontrent la présence de ce ferment chez de nombreux *poissons :* anguille, brochet, carpe, chevaine, congre, hareng (graphique VI), limande, merlan, plie, raie, roussette, saumon; chez les *crustacés :* araignée de mer, crabe, crevette, homard, écrevisse, et les *Échinodermes :* étoile de mer, oursin, *Ophiura texturata.*

MICROBIOLOGIE. — *La stérilisation de l'eau et des liquides par les circuits en métal en contact direct avec le liquide.* Note de M. **Georges Lakhovsky**, présentée par M. d'Arsonval.

Le pouvoir bactéricide de l'argent est connu depuis longtemps [1]. Désireux de vérifier l'action des métaux sur les microbes selon ma théorie de l'oscillation cellulaire, suivant laquelle j'ai assimilé le noyau de chaque cellule ou microbe à un circuit oscillant à très haute fréquence [2], et sachant que la fréquence d'oscillation de chaque circuit est altérée par le contact d'une masse métallique, j'ai conclu que l'action bactéricide du métal est purement physique et due à l'altération de l'oscillation du noyau en contact direct avec le métal.

Nous avons commencé avec l'argent en raison de son inoxydabilité et de son inaltérabilité à la température ambiante.

---

(1) R. Doerr, *Zur Oligodynamie des Silbers* (*Biochemische Zeitschrift*, 107, 23 avril 1920, p. 207, Berlin).

(2) G. Lakhovsky, *L'Origine de la Vie, l'Universion, Contribution à l'Étiologie du Cancer*. Gauthier-Villars, éditeurs.

Cette vérification a été faite en collaboration avec M. Sesari.

I. *Coli B.* — Le 22 mars, émulsion du 3 öses Coli B sur gélose, 24 heures dans 1 litre d'eau de fontaine.

Titrage départ :

10^{-2} émulsion = 11 280 colonies = 1 128 000 par centimètre cube.

Répartition de l'émulsion dans trois verres avec :
A, Témoin.
B, Circuit 7 spires plates (surface 119^{cm^2}).
C, Circuit 9 spires rondes de 3^{cm} de diamètre (surface 72^{cm^2})
Le tout ensemencé dans trois boîtes Pétri 10^{cm^3} gélose.

		Nombre de colonies titrées après : 18 heures.	25 heures.
Coli B par centimètre cube	Témoin.	»	43 680 000
	Circuit B	171 200	0
	Circuit C	73 600	0

II. Les mêmes résultats ont été obtenus avec le bacille typhique. Cependant la stérilisation de l'eau est, dans ce cas, légèrement plus longue.

III. Pour vérifier qu'il n'y a pas action chimique, mais physique du métal, nous avons fait les nouvelles expériences suivantes :

Le 22 mars 1929, après avoir mélangé l'eau ainsi stérilisée après 25 heures de traitement avec les tiges en argent dans les expériences B et C du 22 mars, nous avons partagé ce liquide en trois verres *a*, *b*, *c* : *a*, tel que; *b*, chauffé entre 101° et 115°; *c*, filtré sur Chamberland F. Ces trois liquides ont été ensemencés à nouveau sans les tiges avec le Coli B, ainsi qu'un verre témoin d'eau de fontaine. Le titrage à 10^{-1} : cm^3 au bout de 24 heures de traitement a donné les résultats suivants :

Témoin	10^{-1}	946 colonies.
a	10^{-1}	12 »
b	10^{-1}	13 »
c	10^{-1}	1474 »

On remarque que les liquides *a* et *b*, contenant les Coli B détruits par le traitement ont eu une action immunisante sur le nouvel ensemencement, tandis que dans l'eau filtrée le microbe s'est normalement développé.

Dans une autre expérience où l'ensemencement a été fait dans une eau de fontaine où l'on avait plongé préalablement le circuit pendant 24 heures avant l'ensemencement, le développement des microbes a été normal.

Nous avons répété ces mêmes expériences avec le métal blanc appelé

platonix, également inoxydable et nous avons obtenu des résultats analogues.

Il importe de ne pas chauffer le métal auparavant, car il perd son pouvoir bactéricide en raison de la mince couche gazeuse composée d'azote et d'oxygène qui se forme dans l'air sur le métal en refroidissant et l'isole du microbe. D'autre part le pouvoir bactéricide est atténué au bout de quelques expériences, à cause du dépôt des calcaires et matières organiques contenues dans l'eau à la surface du métal par polarisation électrique, ce qui l'isole du contact avec le microbe. Ce pouvoir bactéricide est rétabli par lavage du métal avec une base ou un acide très dilués et rinçage ne laissant plus trace ni d'acide ni de base.

Peut-être trouvera-t-on d'autres explications, mais, quoi qu'il en soit, les faits demeurent et, au point de vue de l'hygiène, on aurait ainsi un nouveau procédé pour la stérilisation de l'eau, sans avoir recours à l'ébullition qui la rend indigeste et la prive de certains sels minéraux, ni à l'emploi de substances chimiques qui altèrent sa pureté dans une certaine mesure, ni aux filtres qui ne sont pas toujours efficaces.

Ce nouveau procédé pourrait rendre d'importants services en dehors des grandes agglomérations, où l'on commence à pratiquer la verdunisation, en particulier aux colonies, à la campagne (eau de puits, de rivières, sources contaminées, etc.).

La séance est levée à $15^h 45^m$.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 4 mars 1929.)

Note de M. *D. Rosenthal*, Assemblages soudés par cordons latéraux essayés en traction et en compression :

Page 693, ligne 2, le renvoi (1) est à supprimer; ligne 9, *au lieu de* l'ordre de 3 pour 100, *lire* 30 pour 100.